

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Departamento de Medicina y Cirugía Bucofacial



Evaluación clínica  
de la regeneración ósea horizontal de maxilares atróficos  
mediante injerto de rama mandibular y técnicas quirúrgicas de tunelización  
para su rehabilitación con implantes dentales.

Memoria para optar al grado de doctor presentada por

Fernando Marín García

Bajo la dirección de los profesores

Dr. D. Luís Blanco Jerez y Dr. D. Ricardo Ortega Aranegui

Madrid, 2018



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Departamento de Medicina y Cirugía Bucofacial



Evaluación clínica  
de la regeneración ósea horizontal de maxilares atróficos  
mediante injerto de rama mandibular y técnicas quirúrgicas de tunelización  
para su rehabilitación con implantes dentales.

Tesis doctoral

Fernando Marín García

Bajo la dirección de los profesores  
Dr. D. Luís Blanco Jerez y Dr. D. Ricardo Ortega Aranegui

Madrid, 2015



Este trabajo está dedicado a:

Mis padres,  
a quienes todo debo,  
por la ilusión que les hace este doctorado.

Mi esposa, mi enfermera,  
el amor de mi vida,  
por su abnegada dedicación en la consulta y por las horas robadas.

A mis hijos,  
mi más ambicioso y querido proyecto,  
para que este trabajo les estimule a vivir en constante superación.



Deseo manifestar mi gratitud:

A Nuestro Señor,  
origen de todo bien,  
que me ha permitido concluir esta labor,  
y que me alienta cada día.

Al Profesor Dr. D. Luís Blanco Jerez,  
que a pesar de tener en mí un doctorando como un Guadiana,  
nunca perdió la esperanza de sacar adelante este proyecto,  
ni la ilusión, ni su franca sonrisa...

Al Profesor Dr. D. Ricardo Ortega Aranegui,  
que proyecta la humildad de los grandes,  
ejemplo como docente y colega,  
donde siempre encontré una mano tendida.

A la Profesora Dra. D<sup>a</sup>. Mercedes Martínez Piédrola,  
que con desusada generosidad y altruismo,  
se hizo cargo de los cálculos,  
proyectando luz sobre mi oscuridad estadística.

A la Dra. Aurora Fabero Jiménez,  
que siempre me otorgo su confianza,  
y con un ejercicio valiente y responsable de su cargo  
me abrió las puertas de este doctorado.

Al personal de Laboratorio, Biblioteca y Secretaría  
de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid,  
que diligentemente me han ayudado en estos años como doctorando,  
rescatándome de mis propias torpezas.

A todos mi sincero reconocimiento.





# ÍNDICE

JUSTIFICACIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	7
FUNDAMENTOS	
La pérdida ósea de los maxilares: características y clasificaciones.....	9
Alternativas para resolver la falta de hueso.....	11
El injerto de rama.....	35
Anatomía vascular aplicada.....	38
El periostio como factor de regeneración ósea.....	39
Cirugía sin colgajo.....	44
Técnicas de tunelización.....	45
Estabilidad primaria y secundaria.....	47
Métodos para determinar la estabilidad primaria de los implantes.....	48
HIPOTESIS DE TRABAJO.....	59
MATERIAL Y MÉTODO	
Criterios de inclusión.....	61
Criterios de exclusión.....	62
Protocolo quirúrgico común.....	63
Cirugías de injerto. Criterios de éxito.....	64
Cirugía de implantes. Criterios de éxito.....	67
Determinación del valor ISQ tras la osteointegración.....	69
Determinación del área injertada.....	69
Estadística.....	69
RESULTADOS	
1.- Estadística descriptiva.....	71
2.- Estadística inferencial.....	81

3.- Complicaciones.....	92
DISCUSIÓN	
Edad, género y localización.....	95
Torque de inserción.....	96
Valores ISQ.....	97
Áreas regeneradas.....	100
Supervivencia de los implantes.....	103
Complicaciones.....	104
Valoración de las hipótesis.....	105
CONCLUSIONES.....	109
LIMITACIONES Y PROPUESTAS.....	111
ÍNDICE DE TABLAS.....	113
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	117
ÍNDICE DE FIGURAS.....	118
BIBLIOGRAFÍA.....	119
ANEXOS	
SUMARIO.....	141
RESUMEN SEGÚN MODELO TESEO.....	147
ENGLISH ABSTRAT.....	149
DATOS.....	155





# JUSTIFICACIÓN

La terapia con implantes endoóseos para la rehabilitación de pérdidas dentarias es un procedimiento rutinario en nuestras consultas. Las altas tasas de éxito de estos tratamientos, la comodidad que brinda a los pacientes y la difusión entre la población general de esta modalidad terapéutica han contribuido a esta expansión <sup>(1)</sup>.

Sin embargo, el paso necesario para alojar esos implantes es disponer de una base ósea suficiente para conformar un neoalveolo, y no siempre se dispone de ella. Las pérdidas óseas por lesiones dentarias o periodontales, la propia exodoncia, los traumatismos, o las prótesis removibles, entre otros, van a producir un sin número de defectos óseos en los maxilares a los que el profesional debe hacer frente en un intento de alcanzar el bienestar para sus pacientes <sup>(2)</sup>.

En este sentido, las técnicas de regeneración de tejidos han pasado a ser, como lo fueron las estrictamente implantológicas, parte del armamentario cotidiano del profesional de la salud bucal, pudiendo llegar a resolver con eficacia, defectos de tamaño pequeño y medio, desde la limitación de un gabinete dental en comparación con uno hospitalario. Se reserva para este último, el tratamiento de las grandes atrofas maxilares que exigen un cierto periodo de ingreso, anestesia general y la toma de injertos óseos extrabucles en sus diferentes modalidades, tanto de recolección como de disposición en las áreas receptoras <sup>(3)</sup>.

En relación a los defectos a tratar en una consulta odontoestomatológica convencional son muy diferentes las técnicas aplicables y sus combinaciones, tanto en lo referido al proceder quirúrgico como a los materiales empleados en las mismas, y que se han de adaptar a las necesidades concretas de cada paciente. En un intento de ordenar ese generoso abanico de posibilidades, y en relación a las técnicas de regenerativas, las podríamos abordar -aunque groseramente, y sin pretender ser exhaustivos- según los siguientes apartados:

- a) Necesidad o no de regeneración.
- b) Dirección espacial a regenerar.
- c) Regeneración pre o paraimplantológica.
- d) Materiales empleados.
- e) Técnicas quirúrgicas.

El límite para establecer la necesidad de aumentar la masa disponible varía según los autores. No obstante, si consideramos el tamaño de un implante medio de uso habitual, estamos hablando de un diámetro entorno a los 3,7 milímetros. Es sabido que el referido implante se ha de alojar en un lecho óseo, cuando menos, de un milímetro alrededor de él, lo que nos daría una anchura igual o superior a 5,7 milímetros para insertar un implante sin llevar a cabo modificaciones en ese hueso. Con las técnicas quirúrgicas adecuadas se puede reducir esta cifra de anchura ósea, quedando la misma en el rango de los cuatro milímetros, frontera para la inserción directa del implante <sup>(4,5)</sup> y aún de tres según otros <sup>(6,7,8,9)</sup>. Todo lo que esté por debajo de esa cantidad obligará a añadir procedimientos quirúrgicos extra.

Por otra parte, será el diseño de la prótesis final lo que determine el número de los implantes que se precisan y la posición ideal de los mismos. Si no hay hueso disponible para la colocación del implante en la localización deseada, entonces se debe considerar la regeneración ósea. Este concepto ha sido denominado *aumento óseo guiado protésicamente* <sup>(10)</sup>. En ese mismo sentido, cuando se utiliza un número mínimo de implantes la prótesis se puede comprometer; por ello, la filosofía de *proteger la prótesis* es una guía prudente en el plan de tratamiento de las prótesis implantosoportadas <sup>(10)</sup>.

La necesidad del injerto óseo en sus diferentes modalidades y en el conjunto de las especialidades quirúrgicas ha llevado a que, tras la sangre, sea el tejido que más se emplea como injerto <sup>(11)</sup>.

La dirección a implantar es otro factor a considerar y que ofrece tres posibilidades: horizontal, vertical o ambas. El reloj biológico de la pérdida ósea se activa ya en el curso de la propia exodoncia, con una aceleración que se viene a contener hacia los tres meses, para casi detenerse hacia los seis, pero que permanece, por diversas razones, prácticamente sin límite <sup>(6,7)</sup>. Esa pérdida ósea será siempre una combinación en los tres ejes del espacio, si bien hay patrones de pérdida ósea ya conocidos desde hace décadas –centrípeto para el maxilar y centrífugo para la mandíbula-. Es igualmente sabida la mayor dificultad que suponen las ganancias verticales respecto de los horizontales puras <sup>(12)</sup>; de ahí, entre otros, el desarrollo de los implantes cortos, que cada vez tienen más predicamento <sup>(13,14)</sup>.

Respecto a cuándo hacer la regeneración, la colocación de materiales para la regeneración ósea puede hacerse en un solo tiempo quirúrgico junto con el implante, o

en dos pasos, esto es, consiguiendo en una primera intervención el perfil óseo deseado y a posteriori, insertar el implante. En general, cuanto menor es la necesidad de injerto más se tiende a regenerar en un solo paso y cuando mayor es aquella se suele aconsejar dilatar la colocación de los implantes hasta la regeneración del lecho. Normalmente viene determinado lo uno y lo otro por la estabilidad primaria del implante, entre otros muchos factores <sup>(15,16)</sup>. Hay alguna excepción a este proceder, como aquellos casos de grandes defectos en los que es el propio implante el que hace las veces de tornillo de fijación de un injerto extrabucal al hueso remanente <sup>(17)</sup>.

Los materiales empleados en la regeneración ósea tanto los óseos y sus sustitutos, como las membranas, ambos en su más amplia consideración, suponen un universo en sí mismo. No se pretenderá ni siquiera una relación nominal, pues no es objeto del presente trabajo. Sólo recordar que el patrón deseable en su sentido general es el hueso del propio paciente, pues es en el que convergen las características de osteogénesis, osteoconducción y osteoformación, además de la óptima antigenicidad <sup>(10,18)</sup>. Otro tanto podemos decir de la multitud de combinaciones de esos materiales con los defectos para los que se indican, lo que ofrece un abanico de combinaciones casi ilimitado. No es de extrañar que encontremos en la literatura estudios que intentan buscar la luz -en forma de evidencia científica- entre tanta opción y, si bien se converge en pautas admitidas casi de modo universal, no lo es menos que se mantienen controversias en no pocos aspectos; como por ejemplo el uso o no de membranas sobre injertos en bloque, que tiene sus partidarios <sup>(15,19)</sup> y sus detractores <sup>(6,7,8,9,20)</sup>.

En relación con las técnicas quirúrgicas para los defectos medios se pueden considerar estas función de que se implante en el remanente óseo salvando los defectos preexistentes (como el ensanchamiento de cresta o una rica variedad de técnicas implantarias ad hoc: según su métrica, como los cortos o estrechos; según su orientación espacial, como los inclinados o palatinizados; o anatómica, como los pterigoideos o zigomáticos), o bien se intenten regenerar dichos defectos. En este último grupo se encuadran la regeneración ósea guiada, la distracción osteogénica y los injertos óseos, a los que últimamente se ha sumado las técnicas de ingeniería tisular <sup>(21)</sup>. Las revisiones sistemáticas consultadas no han podido establecer la mejor de todas -cosa por otra parte casi ilusoria en medicina- mas sí que se establecen directrices de actuación para aplicar al caso singular que se nos presenta en la consulta, quedando en no pocas situaciones, y aún dentro de la *lex artis*, a la preferencia del profesional la técnica a emplear <sup>(14,21)</sup>. En esas mismas revisiones se

echa en falta, en más ocasiones de las deseadas, la ausencia de grupos de control comparativos con la casuística presentada en los trabajos publicados <sup>(22,23)</sup>.

Todas esas técnicas se han descrito individualmente y contrastado entre ellas indicaciones y contraindicaciones; ventajas e inconvenientes; complicaciones; tasas de supervivencia a corto y medio plazo (a largo plazo los estudios son menos habituales), y cuantas variables podemos imaginar. No obstante, y en relación a las técnicas de regeneración ósea concretamente, es una máxima desde antiguo <sup>(24)</sup>, conocer el comportamiento del hueso regenerado y qué mejor que compararlo con el hueso indemne, con el que parece que tiene un comportamiento similar al cabo del tiempo prudente de maduración <sup>(4,10)</sup>.

Dentro de esas técnicas quirúrgicas se producen variantes muy diversas. A su vez, y en relación con el abordaje de la zona receptora, los hay que podemos denominar clásicos, entendiendo como tal la incisión mediocrestal o paracrestal y otros menos habituales, aunque en ningún caso recién llegadas <sup>(25,26)</sup> como son las técnicas de tunelización, en las cuales y a través de una única incisión, normalmente en lo que la cirugía convencional sería la descarga proximal, se realiza el procedimiento de que se trate <sup>(6,7)</sup>. Estas técnicas de tunelización suponen una dificultad quirúrgica añadida por el campo reducido, pero ofrecen dos importantes ventajas: que al no haber incisión principal, apenas hay dehiscencia de su sutura -y, por tanto, el índice de complicaciones infecciosas se reduce notablemente <sup>(27)</sup>- y que parece que ofrecen una mayor formación ósea <sup>(28)</sup>.

Toda vez que se ha conseguido el volumen óseo pretendido, podemos valorar este de muy diversos modos. Al igual que hiciéramos con la regeneración, una visión primera del problema nos ofrece métodos directos e indirectos. Entre los primeros, están las diferentes técnicas anatomopatológicas, las mediciones óseas manuales con calibre o las radiográficas, con determinación exacta de volúmenes de regeneración o densidad ósea. Respecto de los segundos, se puede estudiar el torque de corte de las fresas quirúrgicas al conformar el lecho, el torque de inserción de los implantes, su respuesta a ciertos estímulos (análisis de frecuencia de resonancia, entre otros) o la supervivencia de los implantes. En la última década han aparecido muchas publicaciones que contrastan la validez del análisis de frecuencia de resonancia como un método no invasivo, reproducible y con valor pronóstico respecto de la viabilidad de los implantes <sup>(29,30,31,32,33)</sup>.



En este amplio conjunto de posibilidades, nuestro trabajo se circunscribe al estudio de los implantes alojados en el maxilar parcialmente desdentado y moderadamente atrófico, regenerado horizontalmente mediante injertos de rama mandibular colocados con técnicas de tunelización sin membrana, mediante la valoración de su estabilidad primaria y secundaria, fundamentalmente por el análisis de frecuencia de resonancia y el torque de inserción quirúrgico y su comparación con implantes sobre hueso indemne e implantes con regeneración previa con técnicas de incisión convencionales, en cualquier caso de localización maxilar.



# OBJETIVOS

## **Objetivo general:**

Evaluación clínica de la regeneración ósea horizontal de los maxilares atróficos mediante injerto de rama mandibular alojado con técnicas quirúrgicas de tunelización para su rehabilitación con implantes dentales.

## **Objetivos específicos:**

1.- Medir la regeneración ósea horizontal obtenida con técnicas quirúrgicas de tunelización, mediante la evaluación del área regenerada.

2.- Describir las complicaciones inmediatas y diferidas de los tratamientos empleados, tanto en las zonas donantes como receptoras.

3.- Comparar las características métricas de los implantes alojados en áreas indemnes y en hueso injertado.

4.- Analizar el comportamiento clínico de los implantes situados en zonas injertadas en el momento de la cirugía implantológica, mediante el análisis de frecuencia de resonancia y el torque de inserción del implante y contrastarlo con los otros grupos de estudio.

5.- Comparar el comportamiento clínico de los implantes situados en las zonas injertadas respecto de otros grupos control, en el momento previo a la carga, mediante el análisis de frecuencia de resonancia.

6.- Estudiar la supervivencia de los implantes sobre hueso injertado en el momento de la carga y compararla con los alojados en hueso indemne.



# FUNDAMENTOS

## **La pérdida ósea de los maxilares: características y clasificaciones.**

Las características de la reabsorción de la cresta ósea de los maxilares las podríamos resumir en las siguientes <sup>(5)</sup>:

- 1.- Una vez que el diente es extraído, comienza una pérdida que se prolongará de modo indefinido, si bien, son los seis primeros meses en los que su aceleración es mayor. De ahí que se le haya venido a llamar al hueso alveolar “*selfish bone*”, o hueso autosoportado, porque una vez perdido el diente el hueso desaparece rápidamente <sup>(34)</sup>.
- 2.- Se estima que la cresta pierde un 40% en altura y un 60 % en anchura.
- 3.- La pérdida del hueso alveolar es inevitable.
- 4.- La cara vestibular se reabsorbe más que la palatina o la lingual.
- 5.- El centro de la cresta se desplaza palatal o lingualmente.
- 6.- La velocidad de pérdida de la cresta residual es de 0,1 mm/año para el maxilar y de 0,4 mm/año para la mandíbula.

La cantidad de combinaciones de dichas pérdidas es sumamente amplia. En un intento de establecer cierta uniformidad en las mismas, se han publicado diferentes clasificaciones que pretenden normalmente poder establecer parámetros equiparables de la casuística, y que relacionen la anatomía y clínica presentes con la opción terapéutica más deseable <sup>(23,25,26,35,36,37,38,39,40,41)</sup>.

Con respecto al volumen de hueso remanente, probablemente las que tienen mayor reflejo en la literatura son las de Lekholm y Zarb, de 1985 <sup>(42)</sup> y la publicada en 1988 por de Cawood y Howell <sup>(43)</sup>.

La primera <sup>(42)</sup> describe la morfología del hueso residual maxilar y mandibular en relación a la colocación de los implantes, describiendo cinco estadios en la reabsorción ósea, desde la mínima (o tipo A, en la que la mayor parte del hueso alveolar está presente) a la extrema (o tipo E, en que se ha producido una extrema reabsorción de la basal). Esta clasificación, que se complementa con la de densidad que a continuación veremos, se cita en dos de cada tres artículos sobre el particular, pero, al parecer, sin ajustarse a ella correctamente <sup>(44)</sup>.

La otra clasificación <sup>(43)</sup> realizada sobre el estudio de trescientos cráneos y cuyo fundamento es el patrón de reabsorción ósea tras la exodoncia, distingue en su estudio si es el maxilar o la mandíbula y, en ambos casos, si es en su parte anterior o posterior. Así, se establecen seis grupos, a saber:

Tipo I. Paciente dentado.

Tipo II. Inmediatamente post-extracción.

Tipo III. Cresta con forma redondeada con adecuada altura y anchura.

Tipo IV. Cresta con forma de filo de cuchillo, adecuada en altura, pero no en anchura.

Tipo V. Cresta con forma aplanada, inadecuada en altura y anchura.

Tipo VI. Cresta deprimida, con pérdida evidente de la basal.

Nuestro trabajo descansa en pacientes con defectos maxilares tipo IV, en los que prima la regeneración horizontal.

Más uniformidad existe en relación a la clasificación según la densidad ósea <sup>(36,42)</sup>:

D1: Hueso homogéneo compacto.

Se encuentra en la sínfisis mandibular y puede soportar cargas sustanciales debido a su matriz altamente mineralizada.

D2: Una gruesa capa de hueso compacto alrededor de un núcleo de hueso esponjoso.

Lo hallamos en la rama mandibular y, en ocasiones, en la premaxila.

D3: Una fina capa de hueso compacto alrededor de un núcleo de hueso esponjoso de resistencia favorable.

Fundamentalmente en la premaxila y a lo largo del maxilar; y su capacidad de soporte de carga se reduce.

D4: Una fina capa de hueso compacto alrededor de un núcleo de hueso esponjoso de baja densidad.

Se sitúa en la parte posterior del maxilar (tuberosidad mayor) o maxilar largamente edéntulo; es el menos adecuado para la colocación del implante y tiene tasas de fracaso de hasta el 35% <sup>(45)</sup>.

Los injertos de rama que se emplearán en el presente estudio son del tipo D1/D2, y el área maxilar receptora es D3/D4.

## **Alternativas para resolver la falta de hueso.**

Las reabsorciones óseas que acabamos de referir en el apartado que antecede las podemos tratar con un buen número de técnicas quirúrgicas en función de su severidad.

En aquellos afortunados pacientes con disponibilidad ósea suficiente, se alojarán nuestros implantes, siempre tras el estudio protocolario previo, sin mayores complicaciones. Sin embargo, a medida que disminuye el hueso remanente la situación se complica y es ahí donde van surgiendo todo un abanico de alternativas quirúrgicas <sup>(46)</sup>. De las diferentes ordenaciones de las mismas atendemos a la que relaciona aquellas con respecto a la dimensión vertical de la corona que se restituye; lo que, en esencia, refiere el concepto clasificatorio a basar nuestro tratamiento en el hueso de que se dispone exclusivamente o en optimizar o regenerar aquél.

No se tratarán todas las alternativas posibles, sino las más referenciadas en la literatura y de las cuales sólo apuntaremos algunas notas, pues no es objeto de este trabajo la descripción pormenorizada de las mismas, sino encuadrar en el panorama terapéutico las que nos competen, por ser objeto de nuestro estudio, como es el caso de los injertos óseos intrabucuales, concretamente el de rama mandibular, al que si dedicaremos un abordaje más extenso.

### **1.- Sin modificar la dimensión vertical de la corona.**

#### **1.1.- Implantes pterigoideos y zigomáticos.**

En pacientes con atrofas maxilares severas están indicados implantes sobre los arbotantes anatómicos maxilares pterigoideo y frontozigomático.

Algunos autores discriminan dentro de los pterigoideos los propiamente tales - implantes oblicuos (de 35 a 55 grados), de más de 20 mm de longitud y anclados a la pterigoides-, de aquellos otros localizados en la región pterigomaxilar -casi perpendiculares al plano oclusal (de 10 a 20 grados) y paralelos a la pared posterior del seno y de menor longitud-. En cualquier caso se emplean en situaciones de atrofia maxilar (tipos III y IV) para evitar el injerto intrasinal y con éxito del 90,7 %, por lo que se les considera una alternativa terapéutica en la atrofia maxilar posterior <sup>(47)</sup>.

#### **1.2.- Implantes cortos.**

Los implantes cortos son una alternativa de mayor predicamento cada vez. De hecho, en los noventa se consideraban implantes cortos a los menores o iguales a diez milímetros, en tanto que en las revisiones actuales se entienden por tal a los menores de ocho milímetros. Sin recurrir a las técnicas de injerto óseo, no hemos

encontrado en la bibliografía evidencia acerca de cuál es la cresta maxilar residual mínima necesaria para la colocación de implantes cortos versus implantes zigomáticos <sup>(13)</sup>.

Los implantes cortos (referido en este caso a los menores de diez milímetros) se pueden usar de manera efectiva en el maxilar y la mandíbula incluso con ratios corona/implante que antaño se habrían considerado excesivos. Los implantes cortos pueden soportar tanto prótesis simples como múltiples y pueden usarse con prótesis fija como con sobredentaduras. El uso de implantes cortos pueden evitar complicados procedimientos de aumento óseo, de ese modo permite que pacientes reacios a los tratamientos con injertos por razones financieras o médicas sean adecuadamente tratados <sup>(14)</sup>.

En el caso que nos ocupa, el maxilar, la pauta es que para alturas mayores o iguales a seis milímetros se aconsejan implantes cortos en cualquier tipo de hueso <sup>(14)</sup>. Sin embargo, una reciente revisión sistemática sobre injertos óseos y la supervivencia de los implantes sobre ellos <sup>(23)</sup> es concluyente: en el caso de optar entre injertos óseos o implantes cortos, se elegirán estos últimos, excepto en la atrofia maxilar, que serán los injertos los preferibles (sic).

En similares términos, si bien referido a la mandíbula, se manifiesta Espósito <sup>(48)</sup>, en sus conclusiones de la revisión sistemática sobre ensayos clínicos controlados y randomizados para determinar la mayor evidencia disponible en los procedimientos de regeneración ósea para poner implantes, es igualmente categórico: el aumento de mandíbulas reabsorbidas de 6 a 12 mm de altura con injertos interpuesto de cresta iliaca resulta con más complicaciones quirúrgicas y prostodónticas y, estadísticamente significativo con más fallos en los implantes, mayor dolor, días de hospitalización costes y mayor tiempo de tratamiento que usando implantes cortos (sic); y lo corrobora en ulteriores estudios <sup>(49)</sup>. Otros autores participan igualmente de la preferencia por el implante corto en la mandíbula <sup>(50,51)</sup>.

### **1.3.- Implantes inclinados.**

Se consideran implantes inclinados aquellos que muestran un diferencial en el plano sagital mayor de 15 grados respecto del plano oclusal y suelen emplearse para evitar otras técnicas quirúrgicas adaptándose al hueso remanente, incluso con carga inmediata y con tasas de éxito tras seguimiento a los dos años de 96,3 % (si bien es cierto que se había ferulizado a implantes rectos); los implantes inclinados colocados con cirugía guiada están anclados con un mayor contacto de hueso cortical que los implantes axiales <sup>(52)</sup>.



En las revisiones consultadas <sup>(53)</sup> los implantes inclinados, solos o ferulizados a implantes axiales y con diferentes tipos de rehabilitaciones protésicas, son una alternativa razonable para el tratamiento de atrofas de los maxilares, con unas altas tasas de éxito, mínimas complicaciones y una gran satisfacción del paciente.

La cirugía guiada por ordenador, por su parte, ha optimizado los implantes inclinados <sup>(52)</sup>.

#### **1.4.- Implantes palatinizados.**

La atrofia maxilar es centrípeta y apical, lo que crea un arco óseo más corto y estrecho. En pacientes con atrofas severas (tipos IV y V) el hueso palatino permanece más tiempo, lo que permite colocar, en crestas menores o iguales de cuatro milímetros, implantes convencionales palatinizados, esto es, con inserción en la cara palatina del hueso remanente y en su base ósea sin mayores complicaciones, salvo lógicamente el injerto óseo en la cara palatina de los mismos <sup>(54)</sup>.

No obstante, si los implantes se colocan palatinamente se produce un cantilever bucal que genera un torque anómalo en ellos, lo que habrá de tenerse en cuenta <sup>(16)</sup>.

#### **1.5.- Injerto del seno maxilar.**

El injerto en el seno maxilar es una técnica quirúrgica de alta fiabilidad que permite colocar implantes en atrofas maxilares posteriores con un excelente pronóstico a largo plazo. Se pueden obtener esos resultados tanto con autoinjerto, aloinjerto, xenoinjerto o materiales aloplásticos. Las tasas de éxito de los implantes dispuestos en zonas injertadas del seno son similares a los del maxilar edéntulo no injertado <sup>(22)</sup>.

El injerto del seno maxilar es, por tanto, un procedimiento ampliamente contrastado para la reconstrucción de la atrofia maxilar superior. Son muchas, no ya las publicaciones sobre el particular, sino aquellas otras de la mayor evidencia científica las que acreditan la fiabilidad de este procedimiento en sus diferentes modalidades. No es el objeto del presente trabajo tratar estas técnicas con la amplitud que demandarían; más bien, nos limitaremos a hacer algunas reflexiones al hilo de nuestro propio trabajo.

La primera de ellas es de índole anatómica. La cavidad de Highmore es sabido que está tapizada por la membrana de Schneider, de alto poder osteogénico; pero no siempre se recuerda suficientemente que esta membrana está compuesta por tres capas: un epitelio columnar pseudoestratificado y expuesto a la cavidad sinusal; una capa intermedia de tejido conectivo altamente vascularizado y; la última, que mira al

hueso, es periostio. Con cualquiera de los procedimientos (lateral o transalveolar) se pretende separar esta membrana del hueso subyacente, haciendo que ese periostio cubra el material de injerto o, con las nuevas técnicas, el coágulo <sup>(55)</sup>. Más adelante trataremos la potencialidad osteogénica del periostio en relación con las técnicas de injerto tunelizado, que son las que nos ocupan. Salvando las diferencias, nos tomaremos la licencia de decir que estamos haciendo con las técnicas de tunelización una “antronzación” de nuestros injertos.

El hueso autógeno injertado en el seno maxilar presenta similares resultados a injertos de otro origen, pero ambos presentan ventajas e inconvenientes que se resumen en lo siguiente <sup>(22)</sup>:

- 1.- El hueso autógeno intra o extrabucal tiene una morbilidad mayor que los no autógenos.
- 2.- Cuando está indicada la colocación diferida de los implantes, los injertos autógenos pueden recibir los implantes antes que los no autógenos.
- 3.- El injerto óseo autólogo es el material de elección cuando los procedimientos de injerto se asocian a injertos superpuestos del maxilar. Contrariamente, hay poca evidencia respecto de tales reconstrucciones con material no autógeno.

Los injertos óseos autólogos en bloque son capaces de realizar simultáneamente el injerto óseo sinusal y el aumento del reborde alveolar. Los procedimientos de aumento de cresta son sobre todo sensibles a la experiencia del cirujano, a la técnica y a la cantidad y calidad del hueso remanente sobre el que lo posicionamos <sup>(16)</sup>.

Respecto del material de injerto, Jensen <sup>(18)</sup> establece que en las elevaciones del seno maxilar lateral los protocolos de injerto bien documentados son: coágulo junto con implantes en el momento; autógeno particulado sólo o en combinación con DBBM (demineralized bovine bone mineral; mineral de hueso bovino desmineralizado) o DFDBA (demineralized freeze-dried bone allograft; aloinjerto de hueso liofilizado desmineralizado); o bien, DBBM sólo o en combinación con DFDBA e hidroxiapatita aloplástica sola.

#### **1.6.- Expansión o segmentación de cresta.**

Los procedimientos de expansión crestal comprenden aquellos que, ya sea por la segmentación de la cresta residual, ya por su dilatación directa con osteotomos, tienen como finalidad aumentar las dimensiones del hueso residual nativo para permitir

alojar un implante. Estos son los llamados en la literatura anglosajona *split-crest* o *bone splitting* y *bone spreading* respectivamente, con sus diferentes variantes.

La técnica de segmentación crestal consiste en dividir aquella longitudinalmente en dos mediante un corte muy delgado, que inicialmente se hacía con fresa de diamante a alta velocidad (ahora también con material piezoeléctrico), para luego introducir un cincel quirúrgico que separaba cuidadosamente las dos corticales, buscando una fractura en tallo verde, permitiendo en ese espacio alojar los implantes <sup>(53)</sup>.

En un metaanálisis sobre la segmentación crestal se indica que la revisión sistemática de la literatura efectuada muestra resultados favorables cuando los implantes se colocan con estas técnicas [de *split-crest*] comparados con los colocados convencionalmente en hueso no injertado <sup>(54)</sup>.

La expansión cortical con osteotomos, introducida por Summers en 1994 <sup>(55,56,7,58)</sup> consiste en la expansión de las corticales del maxilar, introduciendo secuencialmente instrumentos de diámetro creciente para separar ambas estructuras óseas y crear un espacio que permita la inserción de un implante con una estabilidad primaria satisfactoria. Se utiliza en defectos alveolares horizontales maxilares moderados, con rebordes de tres a cuatro milímetros de anchura, evitando de esta manera el empleo de un injerto óseo. Los dos sistemas de osteotomos que se emplean son los que se introducen mediante impactación o los roscados. Estos últimos presentan la ventaja que evitan el traumatismo repetido desagradable para el paciente de los sistemas impactados durante su introducción <sup>(50)</sup>. En cualquier caso, los estudios con metaanálisis indican que el pronóstico de estos implantes es similar al de las técnicas convencionales <sup>(54)</sup>.

En el año 2004, Anítua <sup>(59)</sup> presenta los expansores motorizados de cresta, fresas de punta inactiva y de diámetro creciente que deben ser usadas con un torque no mayor de 20 Nw/cm y que ofrecen como mayores ventajas respecto de los clásicos, el mayor control del proceso expansivo; la posibilidad de ser usadas tanto en el maxilar como en la mandíbula; y evitar el desagradable golpeteo de los osteotomos impactados y sus complicaciones (por ejemplo, el vértigo paroxístico benigno). Se ha descrito la ganancia de dos milímetros en expansión horizontal en la parte más coronal y que son tan eficaces como la regeneración ósea guiada <sup>(60)</sup>.

Haremos notar, pues le dedicaremos un amplio epígrafe en el caso de los injertos óseos, que también en esta técnica se produce una controversia respecto de

los accesos quirúrgicos y los colgajos más efectivos, siendo más adecuados lo menos invasivos <sup>(61)</sup>.

En cualquier caso, los injertos en bloque son preferibles a las técnicas de osteotomía (expansión de cresta, injerto interposicional) porque pueden reconstruir tridimensionalmente el contorno perdido de la anatomía cresta <sup>(10)</sup>.

### **1.7.- Transposición del nervio dentario inferior.**

A medida que disminuye la altura ósea en la zona mandibular posterior la inserción de los implantes se complica y aumenta el riesgo de lesiones nerviosas, sobre todo con alturas inferiores a los diez milímetros. El aumento vertical de hueso o la lateralización del nervio dentario inferior están indicados dependiendo del espacio disponible para la prótesis y las longitudes entre implante y corona <sup>(6,7,8)</sup>:

- Si el espacio vertical para la prótesis dental prevista en la región lateral entre los dientes del maxilar superior y del inferior es mucho mayor que la altura normal de las coronas dentales se hará un injerto vertical.
- Si el espacio interoclusal es reducido y no puede equilibrarse con medidas protésicas o incluso sería inferior de realizar un aumento vertical, debería considerarse la posibilidad de lateralización del nervio dentario.

Otros autores <sup>(14)</sup> sitúan esa frontera en ocho milímetros.

## **2.- Con modificación de la dimensión vertical de la corona.**

La bondad de estos sistemas es que intentan, dentro de sus posibilidades, recuperar la anatomía pérdida antes o a la vez que se alojan los implantes.

Buena parte de las técnicas que se tratarán a continuación tuvieron un gran impulso en la década de los noventa del pasado siglo; así, en 1994, Simion, mediante la aplicación de los principios de regeneración ósea guiada a mandíbulas atroficas trató defectos verticales severos con malla de titanio; dos años antes, en 1992, McCarthy fue el primero en usar un distractor extraoral mandibular en humanos para el tratamiento de una microsomía hemifacial; en ese mismo año, Isaksson, utiliza los bloques óseos como injertos de aposición para aumentar la altura vertical del maxilar y la mandíbula <sup>(12)</sup>.

La regeneración ósea de los defectos de tamaño medio que interesan varios dientes se puede realizar según diferentes técnicas. Cinco métodos principales se han descrito para aumentar el volumen de lugares con déficit óseo <sup>(23)</sup>, a saber:

- 1.- Osteoinducción por medio del uso de factores de crecimiento.
- 2.- Osteoconducción, en la cual un material de injerto sirve como andamiaje para la formación de hueso nuevo.
- 3.- Distracción osteogénica, en la cual dos fragmentos de una fractura inducida quirúrgicamente son desplazados entre sí para permitir la formación espontánea de hueso entre ellos.
- 4.- Regeneración tisular guiada, que crea espacios por medio de membranas que se rellena con hueso.
- 5.- Injertos óseos pediculados, que una vez transferidos con su pedículo vascular permite la inmediata supervivencia del mismo sin necesidad de un proceso de sustitución o remodelado.

Comentaremos a continuación algunos de ellos.

### **2.1.- Regeneración ósea guiada.**

Dedicaremos algún comentario más a esta técnica ya que ha sido comparada reiteradamente con la de los injertos en cuanto a regenerar la cresta ósea; cuenta con áreas comunes para algunos autores como son la decorticación del lecho receptor o el uso de membranas sobre el material de injerto.

La regeneración ósea guiada supone proporcionar las condiciones adecuadas a un defecto de pequeño tamaño para que tenga lugar el proceso espontáneo y natural de reparación mediante la neoformación ósea <sup>(62)</sup>. La inmensa mayoría de los defectos óseos que encontramos en nuestra práctica clínica diaria en cirugía oral, preprotésica o implantológica son defectos de pequeño o mediano tamaño, es decir, defectos de tamaño no crítico. Definimos defecto de tamaño no crítico como aquel defecto óseo en el cual, si se dan las condiciones adecuadas, se produce la regeneración espontánea del hueso. La necesidad de que se den las condiciones adecuadas es la clave para la regeneración ósea y la base de la que surge el concepto de regeneración ósea guiada. Esas condiciones necesarias para la neoformación ósea espontánea se limitan a:

- Estabilización del coágulo: micromovimientos en el coágulo superiores a 10 o 20 micras dirigen las células mesenquimales hacia fibroblastos y no hacia osteoblastos.

- Mantenimiento del espacio o de las dimensiones del defecto: de forma que permita la invasión celular y vascular y la proliferación.
- Reposo funcional: ausencia de carga mecánica (difícil de conseguir en los defectos ortopédicos por ejemplo, pero fácil en los defectos pequeños de los maxilares).

Estas indicaciones y los principios que las soportan no se han modificado sustancialmente desde que se consolidaran las técnicas de regeneración tisular guiada en la década de los noventa del pasado siglo. Así, para Buser <sup>(15)</sup>, las indicaciones del uso de la regeneración ósea guiada (ROG) son: a) si no se puede insertar un implante con estabilidad primaria; b) si un implante no puede insertarse en el lugar apropiado desde el punto de vista protésico o; c) si el defecto óseo periimplantario sería demasiado extenso. Para este autor, las características para que funcione bien la regeneración ósea guiada, son:

- 1.- Alcanzar la cicatrización primaria del tejido óseo.
- 2.- Uso de una adecuada membrana de barrera (entonces del e-PTFE; politetrafluoruroetileno expandido).
- 3.- Estabilización de la membrana entorno al defecto óseo.
- 4.- Creación y mantenimiento de un espacio de anoclusión.

Años después estos principios, con una visión más hacia la biología, se han aunado en el acrónimo anglosajón PASS (Primario; Angiogénesis; eEspacio; eEstabilidad)<sup>(63)</sup> a saber: a) el cierre primario de la herida para asegurar la cicatrización de la misma; b) la angiogénesis para proporcionar el suministro de sangre necesario, así como las células mesenquimales indiferenciadas; c) la creación y el mantenimiento del espacio para facilitar el lugar adecuado para el crecimiento del hueso, y; d) la estabilidad del coágulo, ya del área regenerada, ya del implante, como paso previo a una cicatrización sin incidentes.

Del precitado trabajo de Buser <sup>(15)</sup> traemos las recomendaciones finales, pues muchas no han cambiado en este casi cuarto de siglo transcurrido, en tanto que las que lo han hecho, siguen siendo objeto de discusión y controversia, alguna de las cuales serán de aplicación a nuestro estudio:

- 1.- Uso de la técnica de incisión palatal con cubrimiento intacto del tejido blando y una combinación de diseño de colgajo expandido y de espesor total.
- 2.- Desbridar el tejido blando.

- 3.- Perforar la cortical para abrir el hueso medular u alcanzar el sangrado de la zona.
- 4.- Uso de un adecuado material de sellado para estabilizar el coagulo.
- 5.- Colocar una membrana para crear el espacio sin extenderse al sulcus del diente vecino (en su cita entonces era de e-PTFE).
- 6.- Adaptar firmemente la membrana al entorno óseo para alcanzar el sellado de los márgenes del defecto y prevenir el crecimiento de las células del tejido blando.
- 7.- Fijar y estabilizar la membrana con microtornillos.
- 8.- Usar tornillos de soporte y/o un injerto de hueso autólogo como mantenedor del espacio.
- 9.- Usar puntos de colchonero horizontal y suturas discontinuas para conseguir un cierre primario sin tensión.
- 10.- Dejar la membrana en su sitio nueve meses.
- 11.- Si hay una dehiscencia de tejido blando con exposición de la membrana retirarla antes de que suceda la infección.

Uno de los principios fundamentales de esta técnica de regeneración ósea guiada, el llamado “efecto tienda”, es el que se pretende en las técnicas de tunelización, con la formación de un espacio subperióstico mantenido ya sea por membranas, ya por el propio injerto <sup>(64,65)</sup>.

Respecto de la decorticación <sup>(19)</sup> es un procedimiento quirúrgico en que no está claro que produzca los beneficios que se espera de ella, si bien es cierto que tampoco parece complicar el proceso reparativo. Básicamente, no hay evidencia firme respecto de si hacerla o no; si se hace, con qué calibre de orificio y en qué disposición deben estar estos; qué superficie debe ocupar respecto del lecho receptor y del injerto, entre otras dudas. De ahí, que la conclusión sea que la decorticación es una decisión discrecional del clínico <sup>(66,67)</sup>.

En un estudio de Chipasco <sup>(20)</sup> comparando ROG con membranas de e-PTEF e injertos en bloque concluye que:

- 1.- Ambos métodos son aplicables para la corrección de crestas estrechas edéntulas.
- 2.- Ambas técnicas necesitan sobrecorregir el defecto, porque se produce una interposición de tejido conectivo bajo la membrana en el grupo de regeneración ósea guiada y porque se reabsorbe el hueso del injerto en el otro grupo.

3.- El uso de membranas semipermeables aumenta el costo del procedimiento quirúrgico, comprado con el del injerto sin membranas.

4.- La regeneración ósea guiada supone un mayor riesgo de infección debido a la dehiscencia de la herida y la consecuente exposición de la membrana. Por ello en áreas edéntulas amplias la reconstrucción de crestas estrechas se debería hacer con injertos sin membrana.

En cuanto a la supervivencia de los implantes insertos en el hueso regenerado mediante estas técnicas, las revisiones sistemáticas consultadas son uniformes en su predictibilidad. Así, se ha descrito <sup>(68)</sup> una tasa de supervivencia de los implantes colocados en los sitios con el uso de hueso regenerado con membranas de barrera que variaba entre 79% y 100%; si bien, en la mayoría de los estudios indica más de 90% después de al menos un año de función. Concluye que las tasas de supervivencia obtenidas en su revisión son similares a las alcanzadas con implantes colocados convencionalmente sin la necesidad de aumento óseo. En este mismo sentido se manifiesta recientemente Clementini <sup>(69)</sup> (que sólo pudo seleccionar ocho artículos en su revisión) quien aboga por que se distinga en las publicaciones si hay supervivencia o éxito del implante. Si el implante está fracasado, pero se mantiene en boca, sobrevive. Aloy-Prosper <sup>(51)</sup> informa en su revisión que no hay diferencias entre el hueso injertado procedente de donante intrabucal con técnicas de ROG (o de bloques) y el nativo.

Recordamos finalmente las características ideales que Block en sus trabajos sobre ROG <sup>(64,70)</sup> señala del material de aumento del reborde alveolar para la reconstrucción con implantes. Lo hacemos porque prácticamente todas son también de aplicación a nuestro trabajo, los injertos autólogos, y porque, en su último apartado, establece el patrón a alcanzar en aquellos materiales, que no es otro que el injerto autólogo superpuesto, que es específicamente el que nosotros hemos empleado. Así:

1.- El material de injerto debe mantener el espacio durante el período necesario para lograr el crecimiento óseo y la integración del implante. El crecimiento hacia dentro del hueso debe ser rápido y de densidad suficiente para la estabilización del implante.

2.- El aumento de la cresta resultante debe ser estable durante la consolidación del material y la integración del implante.

3.- El aumento de la cresta resultante debe ser estable después de que los implantes han sido cargados, sin evidencia de pérdida de hueso <sup>(71)</sup>.



- 4.- El material de aumento debe promover la osteoconducción de las células vecinas para formar hueso dentro de la interfaz del hueso/injerto.
- 5.- El material de aumento óseo, finalmente, se debe remodelar en hueso de larga duración.
- 6.- Debe ser de fácil colocación para evitar la morbilidad del paciente.
- 7.- Debe ser predecible, con una incidencia de éxito al menos igual a la de los injertos autógenos de superposición.

## **2.2.- Distracción osteogénica.**

La distracción osteogénica, también denominada alveolar, se basa en capacidad de inducir un callo en el hueso mediante osteotomía y el ulterior alargamiento de los segmentos proximal y distal, de un modo prolongado, progresivo y gradual, que no interrumpe el suministro vascular, lo que permite que se produzcan dos procesos celulares principales: la osteogénesis (formación del callo y generación de hueso nuevo) y la histiogénesis (alargamiento del tejido blando -mucoperiostio, nervios y vasos-). Consta de tres períodos: 1) latencia (de cinco a siete días); 2) alargamiento de los segmentos (de medio a un milímetro por día); y 3) consolidación del hueso distraído (de ocho a doce semanas) <sup>(72,73)</sup>.

Los primeros casos se indicaron para regeneraciones verticales y en la mandíbula, si bien, más adelante se comenzaron a aplicar tanto a la premaxila, como en regeneraciones horizontales y maxilares laterales <sup>(74)</sup>.

Todo apunta a que la osteointegración en estos casos acontece de forma similar que en el hueso indemne, sobre todo si el anclaje implantario llega a la basal <sup>(72)</sup>.

La técnica a su vez ofrece diversas variantes, habiéndose descrito casos en que no hay un soporte óseo mínimo que distraer, necesitando para ello la realización de un injerto, el cual podría distraerse al cabo de los cuatro meses una vez colocado, tanto en modelo animal <sup>(75)</sup>, como humano <sup>(76)</sup>; otra variante sería colocar el implante y distraer el conjunto <sup>(77)</sup>; o bien, que el propio implante sirva como elemento distractor y de contención rellenando el diferencial con xenoinjerto <sup>(78)</sup>. Sin embargo, esta casuística es escasa y hace referencia a sujetos aislados o series de casos <sup>(34)</sup> en su mejor versión.

Esta técnica cuenta con no pocos detractores <sup>(10)</sup>, tanto por su complejidad técnica como por las propias complicaciones.

### **2.3.- Células madre.**

La ingeniería tisular es área de relativamente reciente introducción, pero de un futuro que actualmente sólo podemos imaginar. La posibilidad del cultivo de tejidos de manera selectiva, con autotransplante celular –y por tanto, sin problemas de inmunidad ni de cantidad- que nos permitieran su implantación en el huésped, y con ella la regeneración hística del órgano o sistema afecto, ha iniciado su andadura en la medicina.

En el ámbito estomatológico, ya se describen poblaciones de células madre a partir de la pulpa dental (DPSCs); de dientes deciduos exfoliados (SHED); de ápices de dientes en desarrollo (SCAP); del ligamento periodontal (PDLSCs) y de los folículos dentarios, básicamente de terceros molares (DFPCs). Desde un punto de vista económico y práctico, esta terapia celular debería ser de fácil aplicación en la prevención de la enfermedad periodontal y de la atrofia ósea, así como en la regeneración del complejo dentinopulpar; por el contrario, la reposición basada en células de dientes perdidos por caries u otras patologías orales parece, en el momento actual, no sostenible <sup>(79)</sup>.

Específicamente para la reparación ósea se han descrito diferentes cultivos celulares (tejido adiposo; pulpa dental; médula ósea) como donantes de células pluripotenciales osteoformadoras, con trabajos tanto en animales como ensayos clínicos en humanos, para la reparación de defectos óseos en los maxilares, con resultados esperanzadores, sobre todo con el empleo de cocultivos, en los que se añaden líneas celulares angiogénicas para mejorar el aporte de nutrientes y de oxígeno al injerto principal de células osteopromotoras <sup>(80)</sup>.

### **2.4.- Injertos óseos.**

Los procedimientos quirúrgicos posibles con injertos óseos nos ofrecen un amplísimo abanico de posibilidades. En un intento de no perdernos en este generoso espacio y, a la par, hacer una revisión focalizada a nuestro estudio, tomaremos como referencia los injertos autólogos en bloque, a los que se compararán las otras modalidades de injertos según se vaya desarrollando este apasionante epígrafe.

#### *Injertos autólogos versus alógenos.*

El hueso injertado en bloques tiene un periodo más corto de curación que otras técnicas tales como la regeneración ósea guiada con sustitutos óseos. El injerto normalmente requiere solo cuatro meses de cicatrización antes de colocar los

implantes. En su incorporación la calidad del injerto a menudo excede la densidad del hueso nativo maxilar. Esta mayor cualidad mejora la estabilidad y puede acortar el periodo de cicatrización. El coste del hueso autógeno es obviamente mucho menor que si se usan sustitutos óseos, membranas y/o factores de crecimiento recombinantes <sup>(10)</sup>.

Piatelli <sup>(81)</sup> hace un estudio muy interesante sobre los microvasos que invaden los injertos. Compara hueso autólogo con injerto bovino (BioOss®) y no encuentra diferencias significativas, pero en el caso del hueso autólogo el implante (y la toma de la muestra) se hace en la mitad de tiempo que el xenoinjerto, lo que demuestra que el autólogo se vasculariza mucho más rápidamente.

#### *Modalidades de injertos autólogos*

Las posibilidades de trasladar células autólogas para la reparación ósea son diversas <sup>(82,83)</sup>:

##### 1.- Trasplante celular.

1.1. Vascularizado (Libre o pediculado).

1.2. No vascularizado (Células; Esponjoso; Cortical; Bloques).

##### 2.- Aumento de células del huésped.

2.1. Barrera física (membranas): Regeneración ósea guiada (ROG).

2.2. Estímulos biofísicos: distracción; campos electromagnéticos; ultrasonidos.

2.3. Estímulos biológicos: citoquinas.

Se ha demostrado que los injertos particulados tienen una revascularización más rápida y es biológicamente más activo a los seis meses que los injertos en bloque <sup>(84)</sup>.

#### *Injertos autólogos intrabucales versus extrabucales.*

Los injertos óseos intra o extrabucales han sido ampliamente usados y comparados. Es obvio que hay campos específicos para cada uno de ellos.

Otras áreas de común acuerdo es su mayor grado de reabsorción en el caso de los extrabucales en general y el mayor grado de reabsorción ósea y de pérdida de implantes en los extrabucales frente a los intrabucales <sup>(12)</sup>. Para los injertos autólogos la supervivencia de los implantes varía entre 76 y 100%, con los peores resultados para los injertos de cresta iliaca comparados con los de calota o los intrabucales <sup>(23,85)</sup>.

No obstante, debe señalarse que los extrabucales se emplean en pacientes con lesiones más severas.

Por todo ello, el uso de injertos mandibulares va creciendo, porque además de la menor reabsorción, otras ventajas del injerto intrabucal es la anestesia local en lugar de general; lo relativamente corto de la cirugía; una hospitalización innecesaria; menor morbilidad del área donante y menor coste, si bien ofrecen menos volumen <sup>(86)</sup>.

Sin embargo, se han descrito reabsorciones muy importantes (35%) en injertos de rama atornillados si no se usaba la protección de una malla de titanio <sup>(87)</sup>.

#### *Injertos autólogos intrabucales.*

Para el manejo de la atrofia moderada cresta, los injertos óseos pueden proceder de zonas donantes intrabucales, como la sínfisis y la rama de la mandíbula. Estos sitios donantes son deseables debido a que la cirugía se puede realizar en la propia consulta. Los injertos óseos intrabucales son principalmente corticales, y utilizados a modo de injerto veneer para crestas estrechas o aumento vertical moderado <sup>(10,88)</sup>.

La sínfisis ofrece el mayor volumen de hueso intrabucal. La facilidad de acceso quirúrgico es otra ventaja de esta región. Se pueden obtener grandes bloques de hueso; así como cantidades significativas de injerto particulado. Sin embargo, la sínfisis se asocia con una mayor incidencia de complicaciones postoperatorias. Estas complicaciones incluyen cambios neurosensoriales (labio, mentón, dientes anteriores), la lesión pulpar, la preocupación por el contorno facial alterado y el dolor postoperatorio <sup>(10,89)</sup>. Sin embargo, se ha sugerido que un estudio radiológico prequirúrgico con escáner de haz cónico podría reducir significativamente estas complicaciones <sup>(90)</sup>. Igualmente, el uso de material piezoeléctrico para la osteotomía se ha demostrado que produce un menor número de complicaciones <sup>(89,91)</sup>.

La mandíbula posterior es una zona donante excelente, y esta área ofrece varias ventajas sobre la sínfisis. Un injerto de bloque cortical de aproximadamente cuatro milímetros de ancho se puede conseguir de la cara vestibular de la región rama. El injerto rectangular puede extenderse hasta una longitud de cuarenta milímetros y más de diez milímetros de altura. La mandíbula posterior es también una zona excelente para la recolección de partículas de hueso con un aditamento rascador. La rama mandibular tiene menos morbilidad que la sínfisis, por lo que se ha convertido en el sitio donante preferido de muchos clínicos. Si bien existe un riesgo bajo de lesión del nervio dentario inferior, esta complicación se puede evitar mediante el

conocimiento de la anatomía del canal mandibular y un estricto seguimiento de las osteotomías indicadas en la técnica recomendada. Respecto del paciente y en comparación con la cirugía de injerto de mentón, los injertos de rama ofrecen menos dificultades con el manejo del dolor postoperatorio y una también menor preocupación por la eliminación de hueso de esa área <sup>(10)</sup>.

En un estudio comparativo entre injertos de rama y sínfisis mandibulares <sup>(92)</sup> se comprobó la bondad de ambas. Sin embargo, se describieron mayor número de complicaciones en la sínfisis referidas a las neurológicas (aunque no hubo ninguna anestesia) y dentarias y en el caso de los de rama, mayor sangrado; no se hallaron diferencias en la percepción del paciente. Llama la atención en este estudio que la selección de la zona donante es sensiblemente mayor en los casos de injertos de rama cuando hay que hacer aumentos de cresta horizontal o vertical y que selecciona más la sínfisis para casos de injertos en el seno maxilar.

Similares resultados de mayores complicaciones con las áreas donantes sínfisarias respecto de las de rama se han descrito por otros autores <sup>(93)</sup>.

Se han descrito otras áreas donantes mandibulares, como el borde inferior de la misma, pero apenas aparecen en la literatura <sup>(94)</sup>.

La tuberosidad mayor del maxilar o el propio paladar han sido descritos como áreas donantes para pequeños defectos <sup>(95)</sup>.

#### *Injertos óseos según el lecho receptor.*

La posibilidad de integración de un material de injerto depende de la morfología del reborde residual, además del parámetro de densidad. Esta morfología desde un punto de vista clínico influye en la profundidad del vestíbulo, la tensión del colgajo y, de ese modo, en la estabilidad del material después de la sutura. El reborde mandibular con reabsorción severa tiene todas estas características en lo negativo, en contraste con las zonas maxilares <sup>(85)</sup>. Se podría concluir que el maxilar es más receptivo a la terapia regenerativa, especialmente cuando se considera material de injerto en bloque y no en partículas, que podría explicarse por el menor suministro de sangre del reborde desdentado mandibular atrófico <sup>(27)</sup>. El hueso poroso entre tanto permite un mayor suministro de sangre, promueve las técnicas de regeneración, ya que garantiza un mejor trofismo del material injertado; si bien, al mismo tiempo, es menos denso, tiene peores propiedades mecánicas y sufre más las cargas transmitidas por el implante.

Estas características del hueso maxilar frente al mandibular para hacerlo más favorable frente al injerto, serían a la par las que harían, en casos de hueso comprometido sin necesidad de injerto, hacer fallar más los implantes maxilares, hasta doce veces más, como señala Ihde en su revisión sistemática <sup>(96)</sup>. Otros señalan también peores resultados en hueso injertado en maxilar <sup>(97)</sup>.

En la consideración de algunos autores, estos conceptos se ensalzan más si cabe cuando afirman que incluso se pueden emplear materiales aloplásticos en el maxilar <sup>(5)</sup>. El injerto horizontal mandibular es mejor con bloque autógeno dado que la mandíbula es un hueso tipo D1 o D2, que es muy cortical y, por tanto, poco vascularizado; de ese modo, el aumento con un autoinjerto conducirá a una más rápida vascularización e incorporación del injerto. Por el contrario, el maxilar es típicamente un hueso tipo D3 o D4, el cual es más esponjoso, y, por tanto, altamente vascular, por lo que un aumento con injerto aloplástico se verá infiltrado por las células angiogénicas y será incorporado al huésped más fácilmente. El éxito del injerto en bloque alogénico descansa en la capacidad de avanzar un colgajo para obtener el cierre de la herida por primera intención, y los colgajos de avance son más fáciles en el maxilar comparado con la mandíbula <sup>(5)</sup>.

No obstante, sí parece claro que, en el caso de áreas edéntulas amplias, la reconstrucción de crestas estrechas debería hacerse con bloques sin membrana <sup>(20)</sup>.

El lecho receptor debe ser regularizado si hubiera zonas que, sobresaliendo, impidieran su correcto asiento. Es más, en los injertos verticales <sup>(10)</sup>, la altura del hueso marginal en los dientes que bordean el defecto determina el nivel que se puede lograr con el aumento óseo vertical. En algunos casos, puede ser preferible eliminar los dientes con la pérdida de hueso marginal para mejorar la capacidad de reconstruir la cresta.

#### *Complicaciones de los injertos.*

La morbilidad de los injertos intrabucales mandibulares es mínima y no causan cicatrices cutáneas. El nervio alveolar es visible entre el 10 y el 12 % de los casos. Las complicaciones son hipoestesis permanentes (0-5%); infección (<1%); o trismus postquirúrgico transitorio (60%). Todas estas complicaciones son mayores en la sínfisis y aunque la cantidad es mayor, la calidad es igual, la tendencia es a dejar la sínfisis en favor de la rama <sup>(10,20,98)</sup>.

Dentro de los intrabucales, las parestesias temporales aparecieron entre el 10 al 50 % de los casos en el injerto de sínfisis mientras, que en los de rama fue de 0 a 5% <sup>(51)</sup>.

Una consolidación del injerto sin incidencias sucede en la mayoría de los casos. La pérdida parcial del injerto ocurre por la dehiscencia de la herida y su infección en un 3,3%, lo que conduce a la pérdida total del injerto en el 1,4%, siendo la mayoría en casos de reconstrucciones maxilares con cresta iliaca <sup>(23)</sup>.

Otros autores preludian las posibles complicaciones a surgir como las contrarias de las condiciones adecuadas para el injerto tenga éxito <sup>(99)</sup> y así, si un injerto óseo de éxito es un proceso multifactorial que requiere de lo siguiente: 1. Una plétora de células osteogénicas que incluye osteoblastos y/o células mesenquimales; 2. Un suministro de sangre adyacente al periostio o hueso esponjoso adecuada para alimentar el injerto; 3. Un volumen apropiado de injerto reabsorbible que no exceda la distancia de difusión de oxígeno y nutrientes; 4. La incisión libre de tensión, que protege el injerto del medio ambiente oral y; 5. Una cantidad suficiente de hueso esponjoso en el sitio receptor proporcionando estabilidad, alimento y las células para transformar el injerto en hueso. Por el contrario, la escasez en el receptor de hueso esponjoso; la vascularización mínima; la cobertura de los tejidos blandos limitada; la estabilización inadecuada de injerto; los defectos anchos; un injerto de hueso de gran tamaño; y la excesiva presión en el sitio del injerto por hábitos funcionales o parafuncionales, todos van a contribuir (en su totalidad o en parte) a la posibilidad de fracaso del injerto.

De las citadas, deseamos destacar, por su relación con las técnicas de tunelización y la trascendencia del cierre primario de la herida, que, en los casos de infecciones del injerto, estas suceden porque hay una dehiscencia de la sutura <sup>(27)</sup>.

#### *Reabsorción del injerto.*

La reabsorción del injerto es un fenómeno complejo que depende de varios factores, como son la histología del injerto, su embriología; la localización del mismo; la modalidad y la asociación o no con membranas de regeneración.

Los injertos oseos corticales cicatrizan por una *sustitución progresiva* con una reabsorción cortical del injerto por parte de las células del huésped y luego su reposición con tejido óseo o fibroso. La pérdida de volumen tiene lugar durante este proceso, y es muy difícil de predecir <sup>(71)</sup>. Específicamente los injertos intrabucales mandibulares su reabsorción es mínima, oscilando entre el 0 al 20% <sup>(23,98)</sup>, si bien hemos indicado ya que un autor las cifra en el 35% si no se usan membranas <sup>(87)</sup>.

Embriología. El hueso membranoso sufre menos reabsorción que el hueso endocondral. La calota, los maxilares, y la mandíbula (excepto los cóndilos que son endocondrales) son huesos membranosos <sup>(23,98)</sup>. La razón se debería a que el de origen membranoso tiene una mayor calidad ósea de su cortical. Sin embargo, otros autores <sup>(100)</sup> informan que el hueso mantiene su volumen por su cortical independientemente de su origen embriológico, pues algunos mecanismos subyacentes de la reabsorción ósea no están todavía bien conocidos, pero factores como la microarquitectura del injerto, el grado de vascularización durante la cicatrización y el trauma local sobre el injerto podría tener un papel. La porción esponjosa del injerto tiene una función importante, estimulando las células osteogénicas y las células madre indiferenciadas para crecer y depositarse sobre la superficie ósea. Los injertos de hueso esponjoso se revascularizan mucho más rápidamente que los huesos corticales, sin embargo, los corticales son mucho más duros. La combinación de cortical y esponjoso promueve una fácil vascularización y un máximo de mantenimiento del injerto.

En el caso de los injertos de rama específicamente, que es el que nos ocupa en este trabajo, se han estudiado las variaciones a los diez y ciento ochenta días de haber realizado injertos de rama en el maxilar y se ha encontrado una diferencia entre uno y otro del 18,38% (medido como diferencia de superficie mediante escáner) <sup>(101)</sup>.

Localización. La reabsorción varía con la localización del injerto, siendo el más problemático en la premaxila, llegando a perder hasta el 90% del mismo en casos de injertos de cresta iliaca, sobre todo en dirección anteroposterior, aunque también vertical. La fisiopatología de dicha pérdida es puramente local por un fenómeno de compresión de los tejidos blandos, de ahí que en el mismo paciente se pueda encontrar reabsorciones importantes en injertos de aposición, mientras que los injertos sinusales funcionan muy bien. Algo parecido harían las prótesis removibles <sup>(27)</sup>.

Modalidad. Se puede concluir de los injertos en bloque que <sup>(23)</sup>:

- 1.- La reabsorción ósea es mayor en el primer año desde la reconstrucción y en el primer año desde la carga de los implantes, con una significativa reducción en los siguientes años.
- 2.- Las diferencias relevantes en la reabsorción ósea son debidas a los lugares donantes. En el caso de la cresta iliaca la reabsorción entre el primer y el quinto año de carga oscila del 12 al 60 %. Los mejores resultados para la rehabilitación vertical se obtienen con la calota con una reabsorción entre el 0 y



el 15 %. Lo que parece indicar que el grosor de la cortical y su densidad son factores que podrían influir en el patrón de reabsorción.

3.- Los injertos hay que sobrecoreguirlos para mantener suficiente volumen después de la reabsorción inicial.

4.- Si usamos injertos autógenos es altamente recomendable usar bloques corticoesponjosos. El hueso esponjoso sólo o el hueso particulado, si no se asocia a membranas o a mallas de titanio no provee suficiente rigidez para mantener la tensión de los tejidos blandos o de las prótesis removibles provisionales y pueden conducir a su casi completa reabsorción.

Membranas. A fin de minimizar este fenómeno reabsortivo, en la década de los noventa se sugirió proteger los injertos en bloque con membranas de e-PTFE no reabsorbibles <sup>(19)</sup>, pero como el uso de las membranas no reabsorbibles en general se asocia a un manejo clínico más complejo, tanto de las membranas como de los tejidos blandos, y a un mayor riesgo de exposición de la membrana con complicaciones infecciosas posteriores, algunos estudios proponen el uso de membranas de colágeno reabsorbibles y el hueso bovino inorgánico para proteger el injerto en bloque y evitar su reabsorción <sup>(102)</sup>. También se sugiere que el uso de mallas de titanio sobre injertos de rama sujeto con tornillos regenera más hueso (salvo que la malla se exponga) <sup>(87)</sup>.

Sin embargo, otros autores no participan de esta opinión <sup>(6,7,9)</sup>. A lo largo de los primeros días posteriores al injerto de hueso todo aporte vascular es bienvenido. Así, los vasos sanguíneos del periostio y de los tejidos blandos también juegan un papel en la revascularización de las áreas óseas relativamente alejadas del lecho óseo receptor. De ese modo, si el injerto de hueso se cubre con una membrana se impedirá esta forma de revascularización y se retrasará considerablemente la participación de las áreas de injerto en el proceso de remodelado. En este mismo sentido se manifiestan otros <sup>(103)</sup>.

Y los hay que ni sí, ni no: los injertos óseos corticales muestran una reabsorción mínima y no suelen requerir la protección de una membrana. Aunque el uso rutinario de las membranas sobre injertos óseos de superposición es cuestionable, una membrana de barrera puede mejorar la incorporación del injerto particulado periférica alrededor del bloque <sup>(10)</sup>.

En una revisión sobre injertos horizontales, Jensen <sup>(18)</sup> publica unos datos muy interesantes respecto de diferentes variables y el uso de membranas: cuando se cubren con membranas no reabsorbibles la ganancia media fue de 2,9 mm; el porcentaje de casos que no necesitaron injertos adicionales fue de 80,8; y las

complicaciones 23,6%. Para membranas reabsorbibles fueron 4,2 mm, 95,9% y 18,9% y cuando no se usó membrana fueron 4,5 mm, 86,1% y 9,4% respectivamente. Es más, en estudios con bloques autógenos, con o sin membrana, frente a sustitutos óseos, la ganancia media fue de 4,4 mm y 97,2% no precisaron más injerto y las complicaciones 3,8%. Si no se usaron bloques fueron 2,6 mm, 75,6% y 39,6%.

Como corolario de la reabsorción, entendemos con Khoury <sup>(6,7,9)</sup> que:

- 1.- Los bloques de hueso injertado dentro de los contornos del proceso alveolar para reconstruir la pared de hueso inexistente tiene menor reabsorción que los injertos en el exterior de los contornos.
- 2.- La carga funcional del área trasplantada con implantes reduce la reabsorción ósea. Si no se cargan funcionalmente se produce una pérdida de casi todo el injerto a los 8 meses aproximadamente.
- 3.- La sobrecorrección profiláctica no evita la reabsorción y cuanto mayor sea aquella, mayor será esta.
- 4.- La intensidad de la resorción depende del área injertada, siendo mayor en la región anterior mandibular y la menor en el maxilar posterior, lo que se explica por la actividad muscular.
- 5.- El aumento con la técnica del túnel reduce la resorción del injerto.
- 6.- El empleo de membranas para proteger los injertos alberga muchos riesgos y complicaciones.

#### *Uno o dos tiempos quirúrgicos para injertos e implantes.*

Respecto de poner o no los implantes a la vez del injerto, hay opiniones para todos los gustos. Los que si lo hacen a la vez aducen que así el injerto se pierde menos, porque no es un proceso lineal su reabsorción.

Por el contrario, los que prefieren dilatar en dos el procedimiento, indican que así es mejor porque de ese modo ante una complicación (infecciones, exposición de la herida, etcétera) no hay más que un solo problema y otros; además, el hueso sobre el que se insertan los implantes en este caso es un hueso necrótico poco vascular <sup>(6,7,100)</sup>. Sin embargo, una vez asimilado el injerto, en estos casos, se llega a considerar el hueso injertado similar al nativo <sup>(100)</sup>.

Sin embargo, siempre hay matices: No debemos colocar los implantes de forma simultánea salvo que podamos estabilizarlos en el hueso alveolar residual y no en el injerto <sup>(16)</sup>.

### *Implantes sobre hueso injertado y carga.*

Los primeros artículos aconsejaban un tiempo previo a la carga de seis a doce meses para los implantes sobre hueso injertado, pero ahora se argumenta a favor de que se espere lo mismo que para un hueso no injertado.

Respecto de la carga inmediata o temprana sobre hueso regenerado parece que no influye en el éxito o no de los implantes <sup>(10)</sup>. Los implantes estimulan la carga sobre el injerto de hueso consolidado y mantiene su volumen. La reabsorción adicional del injerto tras la colocación del implante y el retraso de carga no se ha observado radiográficamente <sup>(10)</sup>; si bien, también es cierto que se ha indicado que la radiografía no es el método más adecuado para dicha valoración <sup>(4)</sup>.

### *Supervivencia de los implantes en áreas injertadas.*

La supervivencia media de los implantes colocados en reconstrucciones maxilares y mandibulares fue de 79,5%, para periodos de seguimiento de 6 a 240 meses; y para implantes maxilares con injertos simultáneos fue de 81,8 % y para los de dos fases fue de 89,9 %. La mayor parte de los fallos suceden en regeneraciones con cresta iliaca (17,5%), luego calota (6%) y, por último, los intrabucuales (5%) <sup>(23)</sup>.

Con respecto a la influencia que pudiera tener la zona donante del injerto con respecto al éxito en la integración ósea de los implantes, se observó (una vez descartados los pacientes perdidos por abandono del seguimiento) que para el injerto de cresta ilíaca anterior existía un porcentaje de implantes integrados del 96,6%, para el de cresta ilíaca posterior un 82,35%, para el de rama mandibular un 100%, para el de calota un 100% y para el de tuberosidad maxilar un 20% <sup>(104)</sup>.

Específicamente respecto del éxito de los implantes en injertos de aposición indicar <sup>(23)</sup>:

- 1.- La supervivencia acumulada de los implantes se reduce desde el primer año a los cinco años del inicio de la carga.
- 2.- Los implantes colocados en maxilares edéntulos reconstruidos se asocian a tasas de éxito menores que los que se colocan en mandíbulas reconstruidas, pero esa diferencia no es significativa.
- 3.- Los injertos de cresta iliaca se asocian a una supervivencia menor que los de mandíbula.
- 4.- El momento en el cual se insertan los implantes en el hueso injertado no parece tener un efecto significativo en la supervivencia del injerto.
- 5.- La supervivencia del injerto tiende a mejorar al aumentar la longitud de los implantes.
- 6.- La edad de los pacientes no tiene relación significativa con la supervivencia.

- 7.- Hay un mayor fallo de los implantes en mujeres.
- 8.- Muchos fallos de implantes en el maxilar sucede en pocos pacientes.
- 9.- Los implantes que sufre cargas oclusales unilaterales tienen más fallos.
- 10.- Los implantes que ocluyen sobre dentaduras mandibulares removibles o sobre una prótesis fija mandibular implantosoportada sufren menos fallos.

En la revisión sobre aumentos horizontales la supervivencia de los implantes es similar en hueso injertado que en hueso indemne <sup>(4,18)</sup>. En similares circunstancias del hueso injertado y el nativo se manifiestan otros autores <sup>(100)</sup>, pero referido a los aumentos maxilares con cresta iliaca. En el caso concreto de los injertos intrabucal la supervivencia es del 96 al 100% <sup>(51)</sup>.

Pero no todos consideran este resultado, sino que los implantes en hueso injertado tienen unas tasas de supervivencia menores que el hueso indemne <sup>(2)</sup>.

La supervivencia postcarga a largo plazo (113 meses) de implantes situados en hueso injertado fue de 84,1% <sup>(30)</sup>.

#### *Matices de la cirugía implantológica sobre áreas injertadas.*

La colocación de implantes en injertos óseos consolidados es similar a su uso en sitios que no han sido injertados. Sin embargo, el sitio del implante es a menudo en la unión entre el bloque y el hueso huésped. El cirujano debe tener cuidado de no desplazar el bloque del hueso nativo durante la osteotomía del implante y la colocación. Así mismo, los tornillos de fijación se eliminan generalmente antes de la inserción del implante, pero pueden dejarse en su lugar si están distantes. La elevación de grandes colgajos para la retirada de los tornillos no está indicada porque esto interrumpe el suministro vascular al injerto sano. Una pequeña incisión de la mucosa sobre la cabeza del tornillo permite la fácil recuperación de este <sup>(10)</sup>.

El periodo de integración de los implantes colocados en injertos óseos cicatrizados se basa en la calidad del hueso resultante. Los implantes situados en huesos densos (tipo D1-D2) solamente pueden necesitar dos meses de cicatrización. Los implantes colocados en injertos corticoesponjoso más blandos (tipo D3) pueden necesitar hasta cuatro meses de consolidación. Los primeros estudios realizados en Suecia por el grupo de Brånemark en los implantes colocados en injertos óseos de cresta ilíaca encontraron tasas de supervivencia bajas (58,59%), que se atribuyó al uso de implantes mecanizados; a la colocación simultánea del injerto y del implante, y a un período de aprendizaje en el desarrollo de la técnica. Mucha más alta supervivencia tienen actualmente los implantes microtexturizados, insertos en el

maxilar con injerto de cresta iliaca en dos tiempos quirúrgicos (94,5% -100%). Estudios sobre injertos óseos intrabucales para la reparación de defectos localizados también encontraron tasas muy altas de supervivencia de implantes (96,9% -100%) <sup>(10)</sup>.

Se han descrito mayores complicaciones en la proximidad a los dientes remanentes, llegando incluso a no poder colocar los implantes como se diseñó originalmente y resolviéndolo con cantilever <sup>(64)</sup>. Otros aconsejan incluso su exodoncia, si llega el caso, para las regeneraciones verticales <sup>(10)</sup>. Además, si el colgajo interesa una bolsa de un diente frontera a la brecha, se tratará esta.

### **Selección de la técnica en función de las diferentes variables.**

Son muchos los autores que han establecido protocolos para la selección de la técnica óptima para reparar los defectos maxilares. Contamos con la dificultad añadida que las publicaciones no son uniformes y que sufren en no pocos casos del sesgo en función del medio en el que desarrollan su labor, por lo que no ha de extrañarnos que algunos de ellos establezcan la preferencia del cirujano como factor importante a considerar en esa selección <sup>(14,21)</sup>.

Presentamos a continuación algunos de estos criterios de selección según las variables principales que se consignan para ello.

En función de la altura ósea disponible <sup>(14)</sup>, se establece una indicación diferente si es para tratar la zona posterior maxilar que mandibular. En la mandíbula, se aconsejan implantes cortos con alturas de cresta  $\geq 8$  mm (en cualquier tipo de hueso I-IV); mientras que se emplearán procedimientos de aumento vertical o transposición del nervio dentario en caso contrario. En el maxilar, para alturas  $\geq 6$  mm se aconsejan implantes cortos; para alturas  $<5$  mm, injerto sinusal; para los casos de alturas entre 5 y 6 mm, se diferencia si el hueso es tipo I, II o III, en cuyo caso se aconsejan implantes cortos y en el hueso tipo IV, injerto del seno maxilar. No obstante, se deben tener en cuenta igualmente otros factores, como son si el paciente es fumador o la experiencia del cirujano.

Otra clasificación <sup>(105)</sup> relaciona la anchura de cresta y la densidad ósea y ambas con la técnica quirúrgica. Básicamente, si la anchura disponible es mayor de cinco milímetros se alojarán los implantes preferentemente con cirugía sin injerto; si es entre dos y cinco milímetros se hará con expansión crestal y si es menor de dos milímetros necesariamente habrá de hacerse un aumento extracortical. Reserva para

los tipos óseos D4 el uso de osteotomos de compresión o injertos, independientemente de su anchura si es mayor de dos milímetros.

En función de la anchura de cresta y la estabilidad primaria <sup>(5)</sup>, aconsejan, si se dispone de más de cinco milímetros se colocarán implantes con normalidad; si es de cuatro a cinco milímetros, expansión crestal; si es de 3,5 milímetros y se alcanza la estabilidad primaria, se hará con técnica simultánea de regeneración e implantes, mientras que si esta no se alcanza se realizará ROG; por último, en casos de menos de 3,5 mm, se presume que no habrá estabilidad primaria y que precisará injertos de superposición, que será autógeno en la mandíbula y alógeno en el maxilar.

En función de la extensión de la atrofia y la relación intermaxilar <sup>(27)</sup>: Si la atrofia maxilar es parcial, se debe abordar mediante los injertos de superposición; en los casos de atrofas maxilares completas, si la relación intermaxilar es normal, se emplearán estos mismos injertos de superposición junto con elevación sinusal bilateral, con o sin injertos en la premaxila; mientras que si hay discrepancias intermaxilares el procedimiento a elegir son cirugías de Lefort, tipo I, con injertos de interposición, en uno o dos pasos, según los deseos expresados por los pacientes.

Si atendemos a la extensión y localización del defecto Salmerón <sup>(50)</sup> establece que (sic), desde mi punto de vista y basado en la experiencia personal y la bibliografía revisada, los injertos óseos suponen la mejor alternativa para el aumento óseo horizontal; las mejores opciones son el injerto de mentón o de rama ascendente para defectos medianos y pequeños, respectivamente, y la cresta ilíaca para los casos de defectos amplios de déficit horizontal del maxilar y/o mandíbula. En los casos de defectos verticales pequeños los injertos de rama o mentón son una alternativa. En los casos de defectos verticales mayores, especialmente en el sector anterior maxilar y mandibular debemos buscar otras alternativas más predecibles, como la distracción alveolar.

En cualquier caso, concluimos este apartado con las indicaciones que en nuestro medio establece este mismo autor <sup>(50)</sup>:

- 1.- No es oro todo lo que reluce en la regeneración ósea. No existen remedios mágicos o únicos para generar hueso y cada técnica tiene su parte negativa (morbilidad y complicaciones).
- 2.- Debemos individualizar cada caso y usar el método más adecuado según el defecto óseo que presente el paciente y sus características personales.

- 3.- En los defectos horizontales (transversales o de anchura) la técnica de elección son los injertos óseos.
- 4.- En el sector posterior maxilar superior la técnica de elección es la elevación sinusal y el material de relleno que se debe emplear son los biomateriales.
- 5.- La distracción alveolar es el método más predecible para el aumento vertical (de altura), en especial en el sector anterior.
- 6.- En la mandíbula muy reabsorbida edéntula se deben considerar los implantes cortos como método de rehabilitación.
- 7.- En la mandíbula extremadamente reabsorbida, se debe valorar la realización de injertos vía submental para evitar fracturas mandibulares de estrés.
- 8.- El sector del cuerpo mandibular es el más incierto en cuanto al método de rehabilitación, se deben valorar los implantes cortos.

### **El injerto de rama.**

El injerto de rama es por completo cortical y se puede usar tanto para aumentos verticales como horizontales (en ambas de tres a cuatro milímetros), en el maxilar o en la mandíbula y, en mucha menor medida, para el injerto sinusal o para cirugía ortognática <sup>(106)</sup>. Las dimensiones máximas son de 4 x 3,5 x 10 mm <sup>(88)</sup>. El volumen promedio después de haber realizado 4.831 injertos de rama <sup>(6,7,9)</sup> fue 1,9 cm<sup>3</sup>, con un máximo de 4,4 cm<sup>3</sup> y un grosor de injerto de hasta 9 mm. Misch <sup>(107)</sup> informa de una media de 0,9 cm<sup>3</sup> de rama, que Khoury interpreta por el material empleado, ya que el suyo es muy específico. Otros dan cifras intermedias <sup>(91)</sup> 1,15 cm<sup>3</sup> ± 0,5; con un máximo de 2,4 cm<sup>3</sup>.

Estos injertos monocorticales no tiene porqué ser cubiertos por membrana <sup>(88)</sup>. También se ha usado no sólo como de superposición sino, en defectos pequeños, como de interposición o tipo sándwich <sup>(108)</sup>.

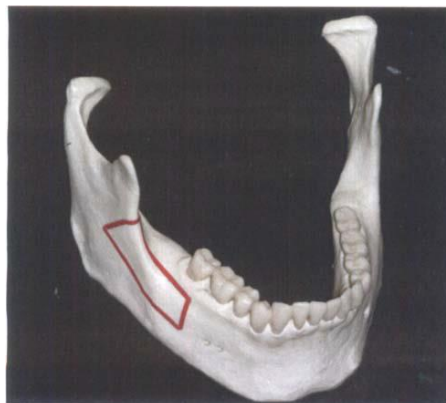


Imagen nº 1.

Localización del injerto de rama mandibular.

Pueden regenerar defectos de tres a cuatro dientes, siendo en superficie el injerto intrabucal con mayor dimensión. Otras de sus ventajas son el procedimiento cerrado de obtención y que se hace de manera ambulatoria. Mientras que sus quiebras son hematoma, infección, o trismus, además de las lesiones neurológicas del dentario inferior o el lingual o el riesgo de fractura mandibular. Conviene recordar a estos efectos que la distancia media de la pared bucal mandibular al nervio alveolar en la zona retromolar es 4,7 mm (rango 3,8 a 5,7 mm) <sup>(6,7,9)</sup>.

Hay tres tipos de incisiones: intrasurcular, submarginal y crestal <sup>(88)</sup>. Esta última se indica en crestas edéntulas o desdentadas posteriores en la zona donante, mientras que las primeras son en regiones dentadas, siendo la intrasurcular la idónea para dentición sana, mientras que la submarginal se reserva en caso de que los dientes presentes soporten coronas de recubrimiento total.

Para minimizar las complicaciones, se aconseja que las osteotomías sigan escrupulosamente la técnica. De ese modo: la superior se hará sobre la línea oblicua externa, a lo largo del borde anterior de la rama, aproximadamente a un tercio de la anchura de la mandíbula; la anterior es distal a la mitad del primer molar; la inferior se hará a cuatro milímetros por encima del borde mandibular; la posterior une ambas. Sin embargo, hay autores que muy raramente tienen que hacer una osteotomía en el borde inferior del injerto (sic) <sup>(92)</sup> o que no la llegan a realizar salvo un discreto desgaste cortical externo con fresa de bola de esa osteotomía inferior para que al luxar se rompa por la línea debilitada <sup>(93)</sup>. Una vez perfiladas estas osteotomías, se terminan con cinceles, teniendo especial cuidado en la maniobra de luxación hacia bucal para no lesionar el nervio dentario inferior. Se ha descrito que las complicaciones por la osteotomía son menores si se hace esta con instrumento piezoeléctrico <sup>(106)</sup>.

Se han estudiado las distancias medias en cadáver <sup>(109)</sup> del grosor mandibular desde línea oblicua externa hasta el paquete vasculonervioso del dentario inferior en mandíbulas dentadas y desdentadas (el punto anatómico de medida varía de una a otra) y el grosor medio de seguridad es entre 2,5 y 3,0 mm. Es de destacar también que el grosor mandibular se reduce hacia distal y la proximidad del dentario inferior es mayor a ese nivel, lo que se tendrá en cuenta en las osteotomías <sup>(9)</sup>.

Como en cualquier injerto, el paso más importante dependiente del operador para la supervivencia del injerto es alcanzar la estabilidad del mismo que se obtiene por el cierre primario de la herida. No se recomienda la colocación del implante simultáneamente porque se asocia a una mayor tasa de fracasos. La llave para el éxito del injerto es la inmovilidad y que no tenga espacios muertos entre el huésped y el injerto <sup>(4,10)</sup>.



El colgajo mucoperióstico del área receptora es normalmente mediocrestal y se suelen hacer incisiones verticales de descarga para mejorar el acceso <sup>(88,106)</sup>. Sin embargo, se detallará en epígrafe propio la técnica de tunelización para la colocación de este injerto, ampliamente estudiada, practicada e impulsada por el doctor Fouad Khoury, de la Universidad de Münster (Alemania) <sup>(9,110)</sup>.

Es importante que la forma y el contorno del injerto se adapte lo más posible a la zona de receptora y a la de soporte de los implantes, pues es tan malo sobredimensionar como infradimensionar el injerto. Una vez estabilizado el injerto todos los espacios y defectos se deben rellenar con hueso esponjoso particulado, para favorecer un mejor contorno y eliminar los espacios muertos entre el injerto y el área receptora <sup>(106)</sup>.

La cicatrización de la zona donante es como la de un cordal inferior impactado <sup>(6,7,8,9,110)</sup>. Sobre ella se coloca una placa de colágeno que mejora la hemostasia, la estabilidad del coágulo sanguíneo y, con ello, la cicatrización y la regeneración ósea <sup>(91)</sup>. En cualquier caso, opcionalmente se puede favorecer la regeneración ósea con biomateriales y membranas: la zona apical e interna (esponjosa) se rellena con colágeno y la cresta y externa (cortical) con biomateriales.

Después de tomar casi cinco mil injertos de rama, Khoury <sup>(6,7,8,9,110)</sup> resume: las complicaciones infecciosas fueron 1% de los casos en la zona donante con infección local que se curó con clorhexidina (en un cordal impactado suelen ser del 6 al 8 %). No describe lesiones del dentario. Hubo un caso de fractura de la pared lingual. No hubo limitaciones estéticas ni funcionales.

Comparado con los de sínfisis, los de rama mostraron menor morbilidad objetiva y subjetiva, tanto en procedimientos de osteotomía convencional como con material piezoeléctrico <sup>(89)</sup>. Sin embargo, otros autores encuentran similar morbilidad subjetiva entre sínfisis mandibular y región retromolar, excepto que este último se asocie a la cirugía de extracción del tercer molar <sup>(111)</sup>.

La posibilidad de un segundo injerto de rama se ha descrito como posible por la autoregeneración de la zona, si bien, de menor volumen que el primero y después de al menos seis meses <sup>(112)</sup>. Esa posibilidad se convierte en certeza si en la primera toma del injerto se secciona la cortical donada en dos y se reposiciona la vestibular en su lugar, como ha sido descrito <sup>(9)</sup>. Una variante de esta técnica es la llamada de “abordaje de tapa ósea” de gran predicamento y éxito en este mismo autor <sup>(8)</sup>, y que consiste en la reposición de las corticales previamente seccionadas y una vez reparado el defecto de que se trate.

Como ya ha sido señalado previamente, en el caso de estos injertos se han estudiado las variaciones a los diez y ciento ochenta días de haberlos realizado y

alojado en el maxilar y se ha encontrado una diferencia entre uno y otro del 18,38% (diferencia de medidas de superficie en escáner) <sup>(101)</sup>, siendo esta por tanto, la reabsorción de los mismos.

#### *Los tornillos de osteosíntesis.*

No se aconseja retirar los tornillos de osteosíntesis antes de alojar los implantes para evitar el aflojamiento y/o luxación del bloque injertado como consecuencia de las tensiones ejercidas durante la inserción de los implantes. En caso de tener que retirar todos los tornillos se aconseja poner uno en una zona no estratégica y dejarlo hasta la exposición de los implantes <sup>(6,7,8,9,110)</sup>.

Se desaconseja abrir grandes colgajos para la retirada de los tornillos de osteosíntesis pues afecta a la vascularización del injerto <sup>(10)</sup>, siendo preferible hacer una pequeña incisión próxima a ellos para su retirada.

Estos procedimientos no están exentos de complicaciones, como la fractura de los mismos, además de otros problemas (artefactos radiográficos, reacciones alérgicas, molestias en mucosa oral, y el posible crecimiento restringido del esqueleto craneofacial en pacientes pediátricos) por lo que se ha aconsejado el uso de fijaciones de materiales reabsorbibles como el ácido poliláctico (PLA), ácido poliglicólico (PGA), polidioxanona, y PLA y copolímeros PGA <sup>(113)</sup>.

#### **Anatomía vascular aplicada.**

El cierre mucoso protege el hueso de la zona regenerada hasta establecer una conexión con el aporte local tan pronto como sea posible para evitar las infecciones y las dehiscencias. Entre otros muchos factores, la vascularización ha demostrado ser decisiva en cualquier tipo de regeneración. El crecimiento, maduración o reconstrucción del cuerpo son inconcebibles sin una vascularización intacta y es el conocimiento del curso y área de distribución vascular de las arterias la base de la selección de la incisión apropiada <sup>(114)</sup>.

El curso principal de las arterias de la mucosa oral es de distal hacia mesial; por otra parte, esos vasos discurren paralelos a la cresta alveolar la mayor parte del tiempo y sólo las ramas alveolares se prolongan hasta la cresta alveolar y esa zona de la cresta, está cubierta por una mucosa con uno o dos milímetros de anchura prácticamente avascular y sin anastomosis.

El número de conexiones anastomóticas aumenta en respuesta a la cicatrización de las heridas en el momento temprano del periodo posquirúrgico. La insuficiencia vascular se produce en el diseño del colgajo, por la innecesaria

manipulación durante o después de la cirugía y puede causar necrosis, hemorragias, o infecciones, entre otras complicaciones <sup>(115)</sup>.

Es sabido que la vascularización del hueso subyacente se ve determinada por tres fuentes esenciales: los vasos supraparióísticos, el plexo vascular del ligamento periodontal y los vasos del hueso alveolar. Con la ausencia de los dientes, el plexo periodontal desaparece, permaneciendo los otros dos. En estas condiciones, reflejar un colgajo supone una pérdida del aporte sanguíneo de los vasos supraparióísticos, con lo que la vascularización ósea depende de sus propios vasos, la cual es posible en el caso del hueso cortical, lo que conducirá a un cierto grado de reabsorción durante la cicatrización al realizar un colgajo mucoperióstico <sup>(116)</sup>.

En la planificación de la incisión, el conocimiento de las relaciones vasculares en el área proporcionará una manipulación exacta y útil. De acuerdo con la forma de la estructura anatómica alveolar y la cantidad de tejido blando queratinizado sobre ella, las incisiones se pueden aplicar en dirección crestal y/o verticales. Las variaciones individuales relacionadas con la desdentación, la reabsorción alveolar, los tejidos blandos y la vascularización podrán orientar a la incisión y los diseños de los colgajos durante la cirugía implantaría <sup>(115)</sup>. Es esencial no tocar la mucosa marginal, la incisión ideal en el vestíbulo sería una incisión paralela a la cresta alveolar con tunelización.

El acceso quirúrgico, independientemente de la técnica seleccionada debe cumplir una serie de requisitos <sup>(114)</sup>:

- 1.- Visualización óptima de la zona a tratar;
- 2.- La ampliación sin problemas de los tejidos blandos;
- 3.- La movilización de los tejidos blandos suprayacentes para cubrir el campo quirúrgico;
- 4.- Evitar que se sitúe sobre defectos óseos o cavidades;
- 5.- La vascularización suficiente del tejido blando;
- 6.- El mínimo daño tisular;
- 7.- Asegurando la cicatrización de heridas;
- 8.- Deterioro mínimo estético y;
- 9.- Buena cobertura de tejido.

### **El periostio como factor de regeneración ósea.**

El periostio está compuesto por dos capas histológicamente y por, al menos, cinco regiones cuando se disocia enzimáticamente. La capa externa o fibrosa está compuesta por fibroblastos, colágeno, fibras de elastina y cuenta con una red nerviosa y microvascular importante; la capa interna, o del cambio, es altamente celular y contiene células progenitoras mesenquimales, células progenitoras osteogénicas

diferenciadas, osteoblastos, fibroblastos, así como microvasos y nervios simpáticos. Debido a su abundante vascularización también tiene abundantes pericitos endoteliales, que pueden servir como fuente suplementaria de células osteoprogenitoras y que pueden ser importantes en la formación ósea periostal debido a su mayor abundancia en el periostio. También indica que el periostio tiene una regulación sitio-específica, siendo diferente en el esqueleto axial que en el craneal <sup>(117)</sup>.

El periostio es un tejido conectivo especializado formado por una fina, pero muy fibrosa, membrana, firmemente unida al hueso por fibras de Sharpey y cuya estructura varía con la edad, siendo más gruesa, celular y vascular en los niños y jóvenes, mientras que en adultos es más fina, pero reactiva su potencial osteoformador con el trauma o la infección <sup>(118)</sup>.

El papel del periostio en la formación de hueso es bien conocido. El estímulo mecánico de tensión en el periostio conduce a un impulso sobre las células madre mesenquimatosas para diferenciarse en osteoblastos resultantes en la formación ósea subperióstica <sup>(119)</sup>.

La fase inicial de cicatrización de una fractura ósea se caracteriza por una respuesta inflamatoria aguda que incluye la formación del coágulo de sangre, la migración de células inflamatorias, y la formación de tejido granular. Durante esa fase inflamatoria se estimulan la migración y proliferación de células mesenquimales. Inmediatamente seguido a ese periodo inflamatorio, las células mesenquimales se agregan en el sitio de la reparación y se diferencian en condrocitos y osteoblastos. Se secreta matriz de colágeno que posteriormente se mineraliza. Estos acontecimientos dan lugar a la formación de un callo blando que une los dos extremos fracturarios. Con el tiempo, el callo blando seguirá osificarse y se formará tejido óseo. Finalmente, tras la remodelación, el hueso de cicatrización restaurará su estado original de forma y estructura <sup>(120)</sup>.

El periostio hace importantes contribuciones a este complejo proceso de consolidación ósea. Ya en las 24 a 48 horas después de la lesión, se puede observar una reacción inflamatoria aguda en él. Posteriormente, las células del periostio comienzan a proliferar y se observa un engrosamiento del mismo. Este proceso se define como *activación perióstica*. Las células del periostio son fundamentales para la formación del callo óseo. De hecho, la activación de las células progenitoras derivadas de periostio induce la condrogénesis y la osteogénesis, junto con una acusada angiogénesis, que finalmente conduce a la vascularización y remodelación de los injertos óseos.

Curiosamente, el tamaño y el contenido celular del callo dependen de cómo el periostio se estimula durante la reparación. Así, cuando los extremos de la fractura se fijan, la formación del callo es relativamente reducida, y la regeneración ósea se produce por medio de osificación intramembranosa. Sin embargo, en ausencia de fijación y estabilización, se forma un callo más grande por medio de osificación endocondral, que se produce como resultado de una respuesta perióstica acusada.

Como ya ha sido señalado en el apartado anterior, cuando se refleja un colgajo, el suministro de sangre de los tejidos blandos se elimina, dejando pobremente vascularizada la cortical ósea expuesta, con la consiguiente reabsorción ósea. Para prevenir esa reabsorción causada por la elevación del colgajo, la cirugía implantológica sin colgajo establece protocolos muy predecibles. La preservación del periostio mantiene un aporte sanguíneo mejor a la zona quirúrgica y ayuda a optimizar la cicatrización del tejido periimplantario, lo que habla de la importancia del periostio en los mecanismos de cicatrización ósea <sup>(121)</sup>.

La cara interna del periostio es a menudo incidida para conseguir el cierre pasivo del tejido blando sobre los injertos óseos. Sin embargo, si el periostio no cubre el injerto óseo, el resultado es una menor formación de hueso y cartílago. El periostio es una importante fuente de osteoblastos y de células precursoras de osteoblastos. La ausencia de periostio también resulta en una reducción de osteoclastos, lo cual se correlaciona con una más pobre actividad ósea remodeladora <sup>(122)</sup>.

La importancia del tejido blando en la cicatrización de las heridas sobre injertos en general, como del periostio en particular, ha llevado al uso de diferentes métodos para conseguir aquella. En este sentido, una de las más grandes ventajas de la distracción osteogénica es la formación, no ya de tejido óseo, sino de tejido blando y sus aportes vasculonerviosos.

Otra vía para conseguir este plus de periostio son las técnicas de dilatación previa al injerto de los tejidos blandos mediante dispositivos tensioactivos <sup>(122)</sup>, que llega a su grado mayor de no agresión cuando se disecciona con una sonda de Foley <sup>(123)</sup>.

Xuan <sup>(28)</sup>, en un modelo animal de injerto de bloques de xenoinjerto (BioOss®) en mandíbula de perro sin membranas, encuentra que en el grupo control (con incisión normal) hay hueso en la base, en contacto con el lecho receptor y en el grupo de estudio (en el que empleo técnicas de tunelización) lo hay en la base y en la parte coronal y lo explica por la capacidad osteoformadora del periostio, el cual ha incidido para alcanzar el cierre sin tensión en el grupo control y no en el de estudio, aseverando que la preservación del periostio podría ayudar a optimizar la formación ósea. Los resultados de este estudio sugieren que la formación ósea en los sitios de

injerto es significativamente mayor cuando se utiliza un procedimiento de tunelización para colocar un bloque de BioOss® para el aumento vertical de cresta que cuando se utiliza un procedimiento de colgajo.

Se cree que la técnica de tunelización podrá convertirse en uno de los métodos más importantes para la mejora de la formación de hueso. Además, el procedimiento subperióstico de tunelización es atractivo porque es mínimamente invasivo. La técnica ofrece las ventajas de una entrada de cirugía más conservadora y menor morbilidad postoperatoria que el procedimiento con colgajo, acortando así el tiempo quirúrgico y la minimización del dolor, el edema, o la infección postoperatorios. El material de injerto óseo podría tener menos movimiento cuando se usa la técnica de túnel subperióstica, debido a que el bloque de injerto es mejor contenido y estabilizado en el bolsillo perióstico que con el procedimiento abierto. El uso de técnicas de túnel subperióstico plantea una cuestión importante, a saber: ¿esto contribuye a que el volumen óseo haya mejorado? En el presente este estudio, ni los tornillos de fijación ni las membranas de barrera se utilizaron para retener el injerto en su posición. Sin embargo, ningún movimiento macroscópico o desplazamiento se detectó en los bloques injertados. Una de las razones para mantener el injerto en su lugar fue que los rebordes alveolares fueron aplastados por la colocación del injerto antes del procedimiento. Como resultado, el bloque tuvo una adaptación cerrada al sitio receptor y era estable bajo el periostio. Por lo tanto, es poco probable que la mayor formación de hueso en el grupo de tunelización haya sido influenciada por la estabilización del injerto, porque la radiografía después de la cirugía mostró que el bloque era estable en el grupo con colgajo y en el grupo de túneles <sup>(28)</sup>.

Hubo algunas limitaciones en altura de aumento óseo en el procedimiento subperióstico de construcción de túneles para el aumento de cresta, posiblemente debido a las limitaciones en el levantamiento del periostio. Ello es importante para elevar el periostio sin perforación cuando se utiliza esta técnica. Sobre la base de los datos de este estudio, un procedimiento de tunelización subperióstica con un bloque de xenoinjerto (BioOss®) como injerto de superposición alcanza, cuando menos, 6 mm de aumento de hueso en un área de atrófica mandibular <sup>(28)</sup>.

A diferencia de los procedimientos de regeneración ósea guiada tradicionales, en el que la colocación de una membrana de barrera es esencial para el éxito del tratamiento, este estudio demostró que la formación de hueso nuevo a través del bloque de hueso trabecular bovino pudo ocurrir sin una membrana de barrera. Esto apoya la hipótesis de que las membranas de barrera no son necesarias si se emplea un bloque xenógeno. Además, una membrana podría inhibir la migración de células

progenitoras y la angiogénesis mediante la presentación de una barrera física para quimiotaxis <sup>(28)</sup>.

En este sentido se manifiestan otros <sup>(6,7,8,9,110)</sup>. Las membranas no reabsorbibles reducen la resorción del injerto y repercuten, en un principio, positivamente en la estabilidad del volumen del bloque de hueso, pero su capa externa apenas aparece remodelada y presenta poca vascularización tras retirar la membrana. La superficie del injerto con pocos vasos sanguíneos y, en consecuencia, de color blanquecino en lugar de rojo, pone clínicamente de manifiesto este fenómeno. Dado que el cuerpo rechaza la superficie del injerto no revascularizada, y, en consecuencia, muerta, la utilización de membranas sí que repercute en una reabsorción posterior mayor del injerto. Las membranas reabsorbibles pueden repercutir aún más negativamente, dado que durante la reabsorción de la membrana también se produce una fuerte reabsorción ósea.

En estudios experimentales <sup>(124)</sup> con cerdos minipigs, se emplearon mallas de titanio solas o con tornillos de activación, dejando un espacio entre el periostio y el hueso sólo relleno por el coágulo. Uno de los aditamentos insertos permitía ir elevando la distancia del periostio al hueso subyacente por lo que se le llamó dinámico frente a los otros aditamentos que no lo tenía, el estático. En cuanto a la tasa de formación ósea y el volumen, la elevación dinámica no rindió ninguna ventaja demostrable en comparación con la técnica de blindaje estática. La perforación de las mallas es un imperativo para permitir y garantizar la comunicación suficiente entre el periostio y el espacio subyacente. En conclusión, la elevación dinámica y la estática resultaron ser procedimientos útiles en la regeneración ósea osteoinductora debido a la estimulación de osteogénesis de la superficie del hueso subyacente. Los efectos estimulantes son suficientes para hacer que el crecimiento del hueso hasta 15 mm de altura de partida en la capa exterior del cráneo y de proceder verticalmente hasta el punto de mayor elevación. Una clara ventaja para una de las dos técnicas no se pudo encontrar en este estudio piloto <sup>(124)</sup>.

La reparación ósea genera una demanda a los tejidos vecinos para aumentar el flujo sanguíneo para inducir la regeneración ósea en defectos de mayor tamaño. El crecimiento de vasos sanguíneos dentro de los tejidos en desarrollo mejora con la formación de nuevo hueso periostal y ocurre principalmente desde donde se origina la respuesta periostal. Así, hay evidencia de que la interacción de elementos vasculares y la iniciación y propagación de la respuesta periostal son los primeros mecanismos

que conducen a mejorar la formación de hueso nuevo, especialmente en defectos grandes <sup>(82)</sup>.

Las interacciones intercelulares que se inician en el proceso de reparación y regeneración óseas ocurren entre los tejidos recién formados, los tejidos blandos externos que cubren el defecto y el hueso adyacente cortical y la médula ósea. Varias fuentes celulares (células del periostio, células corticales, células derivadas de los tejidos blandos de alrededor y células de la médula) y señales que se inician en estas zonas son las responsables de las características de la reparación tisular. El primer tejido de fuentes celulares para la reparación tisular proviene del periostio <sup>(82)</sup>.

Por ello, la incisión periostal, aunque en ocasiones necesaria <sup>(15,87,89,92,125,126)</sup> debería evitarse en lo posible.

### **Cirugía sin colgajo.**

Hay una tendencia generalizada en la Medicina a la realización de técnicas mínimamente invasivas pues mejoran muchos aspectos tanto objetivos como subjetivos para el paciente y para el clínico.

En este sentido y sólo como apunte, se enuncian las ventajas e inconvenientes de estos procedimientos <sup>(116,127)</sup>.

Las ventajas son:

- 1.- Cicatrización más rápida de los tejidos blandos, con ausencia de cicatrices y sus complicaciones (dehiscencias) y mejor aspecto de la herida por ausencia de suturas.
- 2.- Mínima interferencia con el aporte sanguíneo: dado que la cirugía sin colgajo sólo precisa un orificio en la mucosa, el aporte sanguíneo es mucho mayor comparado que las técnicas quirúrgicas con grandes colgajos, que exigen diseños de base amplia de los mismos para evitar las necrosis.
- 3.- Menor sangrado, agradecido por clínicos y pacientes.
- 4.- Reducción del tiempo quirúrgico, si bien, esta cirugía requiere de una especial concentración y una fase previa de preparación más amplia si cabe respecto de la convencional.
- 5.- Menos morbilidad y aumento del bienestar de pacientes.
- 6.- Tasas de éxito equiparables a la cirugía convencional.

Los inconvenientes y complicaciones son:

- 1.- Es una técnica a ciegas.



- 2.- Riesgo de lesionar estructuras anatómicas adyacentes (dientes, cortical vestibular, vasos o nervios o el seno maxilar).
- 3.- Dificultades con la encía queratinizada.
- 4.- Imposibilidad del manejo del colgajo en zonas estéticas.
- 5.- Imposibilidad para evaluar y tratar defectos óseos.

Un hallazgo interesante en un estudio experimental con perros <sup>(128)</sup> fue que el espesor total de la mucosa era más grueso en el grupo de colgajo que en el grupo sin colgajo. Una explicación para esta observación es que las heridas alrededor de los implantes que se colocan sin elevación del colgajo pueden curar mejor que en los colocados con un colgajo. La cantidad de lesión de los tejidos se sabe que influyen en la velocidad y calidad de la curación. Las heridas cerradas se curan más rápidamente con poca formación de cicatrices, mientras que las grandes heridas abiertas se curan lentamente y con cicatrices importantes <sup>(128)</sup>.

### **Técnicas de tunelización.**

La preocupación por cubrir el injerto es una constante. A menudo es mejor planear la corrección de los potenciales problemas de tejidos blandos antes de la realización del injerto óseo. Esta corrección ayudará a reducir las complicaciones de tejidos blandos (es decir, dehiscencia de la herida) y mejorar la incorporación del injerto libre autógeno; los injertos gingivales desde el paladar se pueden usar para aumentar la cantidad de tejido queratinizado. Injertos de tejido conectivo desde el paladar se pueden utilizar para mejorar el grosor de la mucosa y mejorar la cobertura de injerto. La cirugía correctiva de tejidos blandos se debe realizar por lo menos ocho semanas antes de injerto óseo <sup>(10)</sup>.

Desde un punto de vista fisiopatológico todos los injertos autógenos, ya sean óseos, de tejidos blandos o de dientes, están sujetos a los mismos procesos de regeneración. En todos los casos, el éxito del injerto depende de la revascularización del propio injerto y su pronóstico siempre lo determinará la calidad y cantidad de dicha revascularización <sup>(6,7,8,9)</sup>.

Esta particular preparación [la técnica en túnel] evita incidir el periostio para lograr el volumen deseado, por lo que tampoco limita el riego sanguíneo de las partes blandas <sup>(110)</sup>. La incidencia de dehiscencias de sutura es considerablemente inferior respecto a las técnicas de incisión horizontal.

Los procedimientos de abordaje óseo por medio de la tunelización vienen empleándose desde hace décadas <sup>(129)</sup>. En dos series de casos, de 198 y 110 sujetos, de injertos de hidroxiapatita -colocados con técnicas de tunelización- para mejorar los perfiles óseos bajo prótesis convencionales <sup>(26,27)</sup> no tuvo infecciones ni exposiciones. No así en todos <sup>(64)</sup>, que sí hubo salida de material de injerto por la sutura con técnicas de tunelización en injertos mandibulares (cuatro casos de trece cirugías).

Este abordaje [por tunelización] parece reducir el malestar postoperatorio y la inflamación independientemente del injerto que subyace <sup>(130)</sup>.

Para evitar la complicación de la dehiscencia de la sutura en injertos en bloque con xenoinjerto se ha utilizado la tunelización <sup>(126)</sup>, colocando sobre el injerto una membrana reabsorbible de lenta reabsorción con ánimo de que no tenga lugar la invaginación del tejido blando en el material de injerto, si bien hay que señalar que en el procedimiento quirúrgico se hicieron incisiones periostales para conseguir un colgajo sin tensión.

Hernández-Alfaro <sup>(125)</sup> también aboga por este tipo de técnicas, tanto más cuando se dispone de un estudio radiológico preciso preoperatorio mediante el escáner, lo que hace innecesario la visualización directa del defecto; haciendo un abordaje que llama de *bolsillo subperióstico* -si bien realiza una incisión periostal- a cuyo través sitúa los injertos mandibulares que sujeta con tornillos, rellenando los huecos con el particulado.

Hasson <sup>(65)</sup> utiliza la técnica de tunelización en siete pacientes (tres en maxilar anterior y cuatro en mandíbula posterior) -a la que llama *técnica del bolsillo*- por incisiones laterales y colocación de xenoinjerto bovino y membrana reabsorbible de colágeno (BioOss® y BioGuide®). Implanta a los cuatro meses. La técnica de aumento crestal lateral usando la disección por tunelización subperióstica es una técnica cerrada y parcialmente a ciegas, porque no permite la visualización del efecto crestal, pero ofrece un acceso al área de recepción del injerto con una mínima disección y manipulación. El procedimiento, sin embargo, requiere de paciencia y de maniobras quirúrgicas delicadas para disecar y desarrollar el colgajo subperióstico que permite la formación del bolsillo. La decorticación de la cresta del huésped es importante para obtener un sangrado en el lugar del injerto, lo que inicia una rápida cicatrización y una maduración del hueso injertado.

Khoury <sup>(6,7,8,9)</sup> en 1.229 aumentos laterales con injerto de rama y tunelización, en catorce, tuvieron problemas de necrosis del colgajo con exposición del injerto (cuatro de ellos por prótesis removible sobre el injerto; en tres, por una preparación insuficiente del colgajo; en dos, por borde agudo del injerto óseo; en cinco, eran

fumadores). El tratamiento tópico de la herida con clorhexidina condujo a la cicatrización de todos excepto de los fumadores.

Otra línea de investigación con las técnicas de tunelización es el injerto de aspirado medular colocado en matrices aloplásticas e inserto mediante tunelización <sup>(99)</sup>.

### **Estabilidad primaria y secundaria.**

La estabilidad del implante se puede definir como la ausencia de movilidad clínica bajo una carga determinada. Esta depende de la cantidad y calidad del contacto de la superficie implantaria con el hueso que la rodea. Es importante diferenciar entre estabilidad primaria y secundaria <sup>(131,132)</sup>.

La estabilidad primaria, definida como la ausencia de movilidad del implante en el lecho óseo en el momento de su colocación, está determinada por la presión ejercida por el implante al ser insertado en un lecho labrado en un tejido calcificado como el hueso. Para que este fenómeno ocurra son factores determinantes la cantidad y calidad ósea (y estas a su vez del paciente y la localización), la técnica quirúrgica (adecuado fresado en secuencia y eje; mejora ósea con los osteotomos) y las características del implante (implantes cónicos más estables que los cilíndricos; a menor distancia entre espiras y a mayor profundidad de las mismas, mayor estabilidad). Aunque menos reconocido, existe otro factor que afecta la estabilidad inicial de un implante y es el estrés que se produce en la interfase implante-hueso al colocar el implante de mayor diámetro que el lecho receptor <sup>(29,132,133,134)</sup>.

La estabilidad secundaria, por el contrario, sería la que adquiere el implante una vez va teniendo lugar el proceso de neoformación ósea y el hueso cortical que garantizaba la estabilidad primaria va desapareciendo por acción de los osteoclastos. Dicha estabilidad secundaria o biológica depende del contacto del nuevo tejido óseo con la superficie del implante, estando pues determinada por el mismo proceso de osteointegración. Como la estabilidad secundaria depende de la superficie de contacto entre el hueso y el implante, en aquellos implantes con alto grado de estabilidad primaria no obtendrán mucha más. Sin embargo, aquellos con menor estabilidad primaria podrán alcanzar un alto grado de estabilidad secundaria tras un mayor o menor tiempo de cicatrización, en ausencia de carga funcional <sup>(132,134,135)</sup>.

## **Métodos para determinar la estabilidad primaria de los implantes**

Los métodos descritos para evaluar la estabilidad de los implantes se clasifican a continuación <sup>(132,136,137)</sup>.

### **Métodos no invasivos.**

Percepción del cirujano.

Torque de inserción.

Radiográficos.

Test de percusión o vibración o análisis modal.

Percusión.

Extrapolación de índices dentales de movilidad (Carranza; Adell;

Dental Fien Tester -Kyocera-; Periotest)

POWF (Pulsed Oscillation Waveform Method).

Análisis de frecuencia de resonancia -AFR- (Osstell o Implomates/ Periometer).

Otros (Elías; Cucchiaro).

### **Métodos invasivos.**

Torque inverso.

Histológicos.

Describimos brevemente algunos de ellos, para centrarnos en los de nuestro interés, el torque de inserción y, sobre todo, el análisis de frecuencia de resonancia.

### **Métodos no invasivos.**

#### *La percepción del cirujano.*

Es la sensación que experimenta el cirujano al fresar el hueso. Este método, en manos expertas, no debe ser minusvalorado. Se ha descrito incluso la relación entre esta sensación táctil y la densidad ósea <sup>(36)</sup> en un intento de acercar esa experiencia al neófito (D1: el tacto como el de la madera de roble o el arce; D2: el tacto es como el abeto o pino blanco; D3: como la madera comprimida de balsa; D4: como espuma de poliestireno denso). Sin embargo, no deja de ser una herramienta subjetiva.

#### *Torque de inserción.*

Mide la corriente eléctrica que usa el motor de fresado durante la preparación del lecho utilizando para ello un ordenador conectado a la unidad de motor.

Son diversos los motores que permiten valorar ese parámetro, con unas aceptables medidas de torque una vez analizados entre ellos; sin embargo, en las partes extremas de sus posibilidades, tanto en las medidas sobre implantes como en las medidas durante la prótesis, se producen alteraciones. Además, otro parámetro a considerar es la calibración periódica de los mismos, al menos anual, para reducir los errores de lectura <sup>(138)</sup>.

Estaría determinado, entre otras variables, por la morfología del implante, la secuencia de osteotomía (fresado o con osteotomos) y la densidad ósea de donde se aloja el implante <sup>(134,139)</sup>.

Se ha descrito un torque de inserción entre 20 y 45 Ncm como el deseable para la carga inmediata de implantes unitarios sin asociar regeneración ósea en el mismo procedimiento <sup>(140)</sup>.

#### *Radiográficos.*

Se valora la radiodensidad de la zona implantaria de acuerdo con la clasificación de Lekholm y Zarb <sup>(42)</sup> en su variedad de calidad ósea, habiéndose descrito cierto valor predictivo al mismo respecto de la estabilidad primaria de los implantes <sup>(133)</sup>. Sin embargo, se ha publicado que la radiografía convencional no es apropiada para evaluar los procedimientos de aumento en su lado bucal <sup>(30)</sup>.

#### *Test de percusión o vibración.*

##### Percusión manual

El sonido timpánico al percutir sobre un aditamento roscado a un implante es un método altamente subjetivo.

##### Extrapolación de índices dentales de movilidad.

Se han descrito diferentes dispositivos con mayor o menor fortuna y con escaso predicamento. De entre ellos recordamos:

- *Dental Fine Tester* (Kyocera. Kyoto, Japón). Instrumento electrónico que mide la movilidad de dientes e implantes y que consiste en una pieza de mano con una cabeza angulada donde se aloja un acelerómetro que mide la tasa de aceleración cuando la parte activa golpea al implante, o;
- *POWF* acrónimo inglés de método de la forma de onda por oscilación pulsada (Pulsed Oscillation Waveform Method). Sistema que utiliza una vibración mecánica de alta frecuencia. En este proceder, una aguja conectada a un

transductor acústico-eléctrico y otra a un receptor, atraviesan la mucosa y transmiten una señal (vibración) al implante.

- *Periometer* (Perimetrics, LLC, Newport. Beach, California, Estados Unidos de Norteamérica), que mide la energía de retorno una vez percutido sobre el implante o el diente (coeficiente de pérdida) y el tiempo en que se produce este retorno. Ahmad <sup>(141)</sup> compara en bloques de poliuretano los sistemas Osstell (análisis de frecuencia de resonancia) y Periometer y ambos dan correlaciones similares, sobre todo cuanto más denso es el material, si bien el Osstell es más dependiente de la densidad alta en la parte superior de los modelos experimentales.

- *Implomates* (Bio Tech One, Taipei, Taiwan) es un sistema basado en el análisis de frecuencia de resonancia, como el sistema Osstell, pero que la vibración cuya respuesta mide la produce no por una onda sinusoidal como este, sino por un impacto que luego mide en un rango de 2 a 20 kHz; sin embargo, hay pocos estudios con este dispositivo <sup>(137)</sup>.

#### Métodos invasivos.

Ninguno de los métodos invasivos tiene aplicación clínica en humanos por obvias razones éticas.

#### *Torque inverso.*

Consiste en la aplicación y medida de la fuerza de torsión necesaria para romper la interfase implante-hueso. Su uso, como se acaba de indicar, no está justificado en pacientes, pues supone un estrés en esta unión hueso-implante que puede llevar a su destrucción <sup>(142)</sup>.

#### *Histológicos.*

Las técnicas histopatológicas requieren la toma de un espécimen hístico y la ulterior realización de mediciones histológicas e histomorfométricas de la interfase (BIC, Bone-Implant Contact o contacto hueso-implante; BVD, Bone Volumen Density o densidad del volumen óseo; EIL, Effective Implant Length o longitud efectiva del implante) <sup>(136)</sup>.

Los únicos que han tenido una aplicación práctica son Periotest y el análisis de frecuencia de resonancia (AFR), a los que dedicaremos un epígrafe específico.

## **Periotest.**

El Periotest M® (Medizintechnik Gulden, Modautal, Alemania) es un aparato de medición para valoración de la osteointegración de implantes dentales y el diagnóstico y valoración de periodontopatías <sup>(143)</sup>.

Periotest mide la capacidad de amortiguación del periodonto e, indirectamente, la movilidad de los dientes, que recoge en forma de valor de Periotest (VPT).

El procedimiento de medición es electromagnético. Una biela de empuje, que funciona eléctricamente y es controlada electrónicamente, percute sobre el objeto de medición (implante o diente) un total de dieciséis veces. El proceso de medición total dura alrededor de cuatro segundos. La biela de empuje cuenta con una cabeza sensible a la presión, que registra el tiempo de contacto con el objeto de medición. Cuando más suelto esté el diente o implante, mayor será el tiempo de contacto y más alto será el valor del Periotest. Por el contrario, cuando los dientes o implantes tienen mayor estabilidad, los tiempos de contacto son más breves y, por tanto, los valores del Periotest menores.

Los valores de Periotest se interpretan como sigue:

De -8 a 0: Buena osteointegración. El implante está bien integrado y se puede cargar.

De +1 a +9: Se precisa un examen clínico; por lo general no es (aún) posible someter el implante a carga.

De +10 a +50: La osteointegración es insuficiente y no se debe permitir que el implante sea sometido a carga.

Las variables que pueden alterar los valores periotest son: la técnica de medida, la longitud del implante, la calidad ósea y el tipo de prótesis, que depende tanto del material utilizado en su confección, como si los dientes están o no ferulizados. Otros factores que pueden afectar son la interposición de tejido blando o hueso entre el pilar y el implante; la fuerza con que está atornillado el pilar al implante, y factores que afectan directamente al aparato, como la batería o la calibración. Respecto a la técnica de medida, un factor importante es la posición del instrumento Periotest sobre el implante. Para estudiar este factor, las variables a contemplar serían el punto de aplicación vertical sobre el pilar, la variabilidad interoperador e intraoperador y si existen diferencias entre medidas manuales o mecánicas (con el instrumento fijo) <sup>(133)</sup>.

### **Análisis de frecuencia de resonancia.**

El método de Análisis de la Frecuencia de Resonancia (el más habitual es conocido como método Osstell®) es un test clínico no invasivo que consiste en la unión de un transductor atornillado a un implante mediante un pilar transmucoso con unas medidas estándar <sup>(133)</sup>. Contiene dos elementos piezoeléctricos. Al excitar uno de estos elementos piezoeléctricos, mediante una onda sinusoidal generada por un analizador de frecuencia, el transductor vibra. La respuesta es medida por el segundo elemento piezoeléctrico y el aparato traduce la frecuencia de vibración del implante en un valor ISQ (Implant Stability Quotient) que es el cociente de estabilidad del implante, y que está dentro de una escala de 0 a 100. Cuanto mayor es el valor ISQ mayor es la estabilidad del implante. La señal de excitación es una onda sinusoidal que varía su frecuencia en un rango de 5 KHz a 15 KHz, con un pico de amplitud de 1 voltio. El transductor se comporta como una viga fija por abajo y libre (móvil) por arriba, de modo que cuanto mayor es la rigidez, mayor es la frecuencia de resonancia, y por tanto, cuanto mayor sea el grado de estabilidad de un implante, mayor será su frecuencia de resonancia y esa frecuencia ( $R_f$ ) de esta viga se calcula con la fórmula:

$$R_f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3EI}{l^3 m}}$$

En donde  $R_f$  es la frecuencia de resonancia (Hz);  $l$  es la longitud (m);  $m$  es la masa (g);  $E$  es el módulo de Young ( $\text{GNm}^{-2}$ ) o módulo de elasticidad longitudinal,  $e$ ;  $I$ , es el momento de inercia.

En todos los casos el transductor se coloca perpendicular a la cresta ósea y se aproxima a un pilar atornillado a su vez sobre el implante con una fuerza de 10 Nw, que se alcanzan apretando a mano. La respuesta del transductor puede ser direccional y variar con su orientación, pero los cambios se detectan más claramente con medidas realizadas perpendicularmente, ya que se ha comunicado <sup>(144)</sup> que la posición del transductor sí que influye en la lectura.

Los instrumentos utilizados para medir la frecuencia de resonancia han ido evolucionando en el tiempo, pasando de ser mecanismos complejos y aplicables sólo en el campo de la investigación, a ser fácilmente manejables, lo que ha permitido su aplicación a la práctica clínica diaria.

Los actuales son aparatos de tercera generación (Osstell Mentor® y Osstell ISQ®; Osstell AB, Goteburgo, Suiza) no necesitan ordenador para llevar a cabo el



análisis; son ligeros, pequeños, rápidos y de fácil manejo clínico. El transductor no necesita ser calibrado como en los aparatos de las anteriores generaciones. Los valores de estabilidad se expresan, como se ha indicado, en unidades ISQ (acrónimo inglés de Cociente de Estabilidad del Implante; Implant Stability Quotient) que oscilan de 1 (baja estabilidad) a 100 (alta estabilidad). Como explica Atsumi <sup>(137)</sup> los estudios iniciales medían los valores de frecuencia de resonancia en hercios (la onda sinusoidal de vibración de uno de los elementos piezoeléctrico es de 5 a 15 kilohercios). Más tarde las vibraciones entre 3,5 y 8,5 kHz se trasladaron a un cociente de estabilidad del implante, como unidad de medida en lugar del hercio.

Para cada tipo de implante existe un transductor específico, llamado SmartPeg, y los valores obtenidos no dependen del tipo de transductor.

Hay otro dispositivo similar a este que se llama Implomates® (Bio Tech One, Taipei, Taiwan), pero cuyo índice de publicaciones es muy inferior a Osstell <sup>(137)</sup>.

#### *Manejo clínico del dispositivo Osstell.*

Hay dos momentos en que es importante conocer el nivel de estabilidad del implante: inmediatamente tras la colocación del mismo y antes de tomar las impresiones para fabricar la prótesis. El objetivo final es disminuir al máximo posible el número de fracasos relacionados con la carga del implante, evitando cargar implantes poco estables.

Para medir la estabilidad primaria, una vez colocado el implante y antes de suturar el colgajo, se atornilla manualmente el transductor al implante, mediante el transportador, que consiste en un dispositivo plástico imantado para que no se caiga el SmartPeg durante su manipulación. Posteriormente se acerca la punta del instrumento a unos milímetros de la extremidad superior del SmartPeg. Cuando el aparato haya emitido un sonido, como un “bip”, el valor ISQ aparece en la pantalla y queda registrado en la memoria. Se consideran valores altos de estabilidad primaria cuando son mayores de 60-65 ISQ <sup>(131)</sup>.

No existe aún consenso en la literatura sobre qué valor debe tomarse como referencia para cargar o no el implante de manera inmediata, si bien existen otros factores a considerar además de la estabilidad primaria para efectuar la carga inmediata de los implantes con garantía de éxito <sup>(131)</sup>. Se ha descrito valor ISQ entre 60

y 65 como el mínimo deseable para la carga inmediata de implantes unitarios sin asociar regeneración ósea en el mismo procedimiento <sup>(140)</sup>.

Al clínico le interesa conocer si el implante se está osteointegrado o no, para lo cual es necesario efectuar una valoración dinámica de los valores ISQ, es decir, que no sería suficiente tomar una sola medición, sino que se aconseja tomar varias mediciones en distintas citas, lo cual permite valorar si los valores de estabilidad están aumentando, permanecen estables o están disminuyendo <sup>(145)</sup>. La relevancia clínica de una disminución del ISQ de 75 a 65 no es tan crucial como, por ejemplo, una caída de 65 a 55.

Una vez osteointegrados, todos los implantes tienden a tener un valor de ISQ similar, aunque aquellos con un valor inicial alto en el momento de la colocación, tienden a disminuir y los de valores bajos a aumentar. Una vez terminado el proceso de osteointegración, el valor ISQ suele situarse alrededor de 70 aunque se consideran aceptables valores alrededor de 55 ISQ <sup>(131)</sup>.

*Factores que influyen en los valores ISQ <sup>(131)</sup>:*

Los valores de frecuencia de resonancia dependen de tres factores principales:

- 1.- Diseño del transductor.
- 2.- Rigidez de la interfase entre hueso e implante.
- 3.- Altura por encima del nivel óseo (nivel del hombro del implante + altura del pilar + altura del transductor).

Además de estos factores, existen numerosas circunstancias clínicas como la densidad ósea o la reabsorción del hueso crestal, que pueden influir en los valores ISQ de los implantes.

Delhi <sup>(33)</sup> en las conclusiones de su estudio informa de algunas de ellas: La zona de la colocación del implante parece ser un factor importante que influye tanto en la estabilidad primaria como secundaria. Además, el tipo de hueso, la reparación en el área de la toma de extracción (es decir, regeneración ósea versus no regeneración) puede también ser un factor que influye en que, además de la ubicación del implante, puede complicar la interpretación de las medidas del análisis de frecuencia de resonancia y su estimación a largo plazo. La longitud y el diámetro del implante parecen afectar a la estabilidad en el momento de la carga y por lo menos cuatro meses después <sup>(146)</sup>. Sin embargo, otros <sup>(147,148)</sup> informan en sentido contrario respecto

del diámetro, o simplemente no encuentran cambios <sup>(104)</sup>; en tanto que las diferencias en la longitud sólo se mantendrían en densidades óseas bajas <sup>(148)</sup>.

También se ha publicado que las cifras son mayores en mujeres <sup>(147)</sup>.

#### Interfase hueso-implante.

La mayor parte de los autores encuentran mayores valores de ISQ cuanta más densidad ósea tiene el hueso que aloja el implante <sup>(134,149,150)</sup>, si bien no siempre <sup>(33)</sup>. Dada esa relación, obviamente serán más altos los valores en la mandíbula que en el maxilar <sup>(149)</sup>; aunque hay quien ha descrito mayores valores en la parte posterior maxilar que la anterior, de mayor densidad ósea a priori, en tanto que no hubo diferencias en la mandíbula <sup>(147)</sup>.

En modelo experimental animal se ha establecido una alta correlación positiva entre densidad ósea medida en unidades Hounsfield; la densidad ósea y torque de inserción y; entre el torque de inserción y los valores de ISQ <sup>(151)</sup>. Resultados similares en estudios clínicos en humanos se han descrito, así como un subfresado controlado en el caso de huesos menos densos (maxilares) para aumentar la estabilidad primaria y los parámetros que miden esta <sup>(152)</sup>.

Igualmente, los implantes menos estables al principio (colocados en hueso de menor densidad) aumentaban progresivamente su estabilidad hasta llegar a los mismos valores que los implantes colocados en hueso más denso.

Tanto en los procedimientos de carga inmediata como en los de carga convencional se ha observado que los valores ISQ tienden en un primer momento a disminuir, sobre todo entre la segunda y la cuarta semana, para después volver a subir a las seis-ocho semanas <sup>(145)</sup>, lo que se ha relacionado con la remodelación ósea perimplantaria inmediata.

#### Posición del hombro del implante y nivel óseo crestral.

La distancia del hueso crestral a la parte más alta del transductor ha sido investigada por varios autores <sup>(144)</sup>. Recordemos que, en la fórmula precitada de la frecuencia de resonancia, la longitud del transductor opera en el denominador con exponente cúbico (si bien, el resultado se le extrae la raíz cuadrada). Así pues, a pesar de que matemáticamente tiene su consideración, en la práctica clínica no se ha demostrado fehacientemente esa relación entre la altura crestral y el valor ISQ. Se podría imputar a estos estudios que la medición de la altura ósea se hace con

radiografías convencionales, que en el mejor de los casos dan dos valores (mesial y distal) de todos los reales (perímetro óseo periimplantario).

Se ha indicado que cuando los niveles crestaes no son regulares, este dispositivo (y también el Periotest) dan informaciones erróneas <sup>(153)</sup>.

En cualquier caso, una longitud mayor del transductor supondrá un ISQ menor <sup>(29,154)</sup>.

#### Orientación del transductor y disponibilidad ósea.

La orientación del transductor a la hora de tomar la medición puede influir en los resultados. La cantidad ósea alrededor del implante no es la misma en todos los sentidos del espacio, siendo menor en sentido buco-lingual y mayor en sentido mesio-distal. Varios estudios han encontrado que los valores de ISQ aumentan aproximadamente en diez unidades en función de que se mida en sentido vestibulopalatal o mesiodistal <sup>(144,155)</sup>. De ahí que se deban tomar siempre esas dos medidas con los aparatos de última generación.

Sin embargo, no todos informan uniformemente este aspecto <sup>(156,157)</sup>, publicando este último <sup>(157)</sup> que la observación de la diferencia de valores de ISQ en diferentes momentos de la osteointegración puede detectar un cambio significativo en el patrón de ISQ más fácilmente que las observaciones basadas en la dirección (mesiodistal o bucolingual).

Es importante, a la hora de tomar la medición, no cambiar el ángulo entre la punta del instrumento y el transductor. Según Capek <sup>(158)</sup> el ángulo entre el medidor y el SmartPeg no tiene que variar más de 30 grados entre una medición y la siguiente.

#### Porcentaje de hueso en contacto con el implante.

Es lógico pensar que cuanto más hueso haya en contacto con el implante tanto más alta resultará la estabilidad del implante en valores ISQ; sin embargo, la realidad es que los datos de la literatura no confirman esta hipótesis. Según Sennerby <sup>(154)</sup> el hecho de que haya más o menos hueso en contacto con el implante no tiene por qué tener relación con la rigidez del conjunto hueso-implante. Los valores ISQ no se relacionan con el tipo de superficie. Así, las superficies rugosas que presentan un BIC (Bone-Implant Contact; Contacto Hueso-Implante) mayor que las lisas, no tienen valores ISQ más elevados una vez cumplido el proceso de cicatrización ósea.

Durante la fase de cicatrización ósea las superficies más osteofílicas consiguen valores de estabilidad superiores en las fases de remodelación ósea temprana (entre la segunda y la cuarta semana), lo que sí se corresponde con un mayor porcentaje de hueso en contacto con el implante.

Fenner <sup>(159)</sup> en un modelo animal observó que el AFR de hueso no injertado sí fue aumentando cada vez más durante el periodo de carga. Las frecuencias de resonancia son mayores cuando se retrasa la colocación de los implantes del injerto que cuando se hace todo junto.

Unos autores miden <sup>(33)</sup> en “unidades ISQ” que son la razón entre la medida en el eje bucopalatal y una segunda medida en el eje mesiodistal; otros ISQ mesiodistal y vestibulopalatino y otros en hercios <sup>(132)</sup>.

Es muy importante colocar el transductor siguiendo escrupulosamente las indicaciones del fabricante, pues puede ser otro factor de distorsión. Así, el SmartPeg debe:

- 1.- No tener ninguna interposición de tejido blando.
- 2.- El apriete del transductor debe ser manual y entre 5 y 8 Ncm, por medio de un acople de plástico específico.
- 3.- Ninguna de las partes del transductor estará en contacto con los dientes vecinos.

### **¿Qué sistema es mejor?**

Atsumi <sup>(137)</sup> en sus conclusiones señala que actualmente no hay un método definido para evaluar la estabilidad de los implantes. Aunque la teoría indica que el análisis de frecuencia de resonancia está muy en boga, la tecnología no puede dar un valor crítico que determine el éxito el fracaso o el pronóstico a largo plazo de un implante.

Por su parte, Winter <sup>(153)</sup> en su trabajo sobre elementos finitos dice que se puede concluir que tanto Periotest® como Osstell Mentor® reaccionan de modo similar cuando se cambian los diferentes parámetros de estabilidad del implante. Con ambos sistemas actuando en sus respectivas escalas, se encontró una buena correlación entre los valores de Periotest y el ISQ solamente cuando se consideraron los implantes sin pérdidas óseas simuladas.

Para otros <sup>(149)</sup>, tanto Periotest como el análisis de frecuencia de la resonancia son válidos, con una correlación negativa entre ISQ y PTVs (Periotest). Los dos parecen útiles para predecir el pronóstico del implante y determinar los protocolos de carga.

Filho <sup>(150)</sup> relaciona el torque de inserción con la densidad ósea y el AFR, hallando que efectivamente, el torque de inserción es mayor en las densidades mayores, así como el ISQ, existiendo además una correlación estadísticamente significativa entre cada escala de densidad ósea. El análisis de frecuencia resonancia mide los movimientos en sentido lateral del implante, mientras que el torque de inserción o de remoción miden la fuerza necesaria para hacer rotar el implante en uno u otro sentido.

Tanto Periotest® como el Dental Fine Tester® (Kyocera, Kyoto, Japón) han sido criticados por su falta de la resolución, la mala sensibilidad y su susceptibilidad, siendo influenciado por el operador <sup>(29,160)</sup>.

También se ha investigado <sup>(161)</sup> la asociación entre la densidad ósea (en términos de unidades Hounsfield –HU–), el análisis de frecuencia de resonancia, la sensibilidad táctil y las histomorfometría (mediante el volumen de trabeculación ósea), encontrando una significación entre el valor ISQ y la sensibilidad táctil en varones y entre HU, ISQ y el volumen trabecular óseo en mujeres.

La reproducibilidad del Osstell es mayor del 95% <sup>(31)</sup>.

# HIPÓTESIS DE TRABAJO

## **Hipótesis 1: Características métricas de los implantes.**

H<sub>0</sub>: Las características métricas de los implantes colocados en zonas injertadas con técnicas de tunelización son iguales que los implantes colocados en zonas indemnes.

H<sub>1</sub>: Las características métricas de los implantes colocados en zonas injertadas con técnicas de tunelización son diferentes que los implantes colocados en zonas indemnes.

## **Hipótesis 2: Características quirúrgicas.**

H<sub>0</sub>: El torque de inserción y el análisis de frecuencia de resonancia quirúrgica son iguales en los implantes colocados sobre hueso injertado con técnicas de tunelización que los implantes colocados en zonas indemnes.

H<sub>1</sub>: El torque de inserción y el análisis de frecuencia de resonancia quirúrgica son diferentes en los implantes colocados sobre hueso injertado con técnicas de tunelización que los implantes colocados en zonas indemnes.

## **Hipótesis 3: Evolución del implante.**

H<sub>0</sub>: El análisis de frecuencia de resonancia previo a la carga sufre las mismas variaciones en los implantes colocados sobre hueso injertado con técnicas de tunelización que los implantes colocados en zonas indemnes.

H<sub>1</sub>: El análisis de frecuencia de resonancia previo a la carga no sufre las mismas variaciones en los implantes colocados sobre hueso injertado con técnicas de tunelización que los implantes colocados en zonas indemnes.

## **Hipótesis 4: Supervivencia de los implantes.**

H<sub>0</sub>: Los implantes sobre hueso injertado con técnicas de tunelización tienen la misma supervivencia en el momento de la carga que los alojados sobre hueso indemne.

H<sub>1</sub>: Los implantes sobre hueso injertado con técnicas de tunelización no tienen la misma supervivencia en el momento de la carga que los alojados sobre hueso indemne.





## MATERIAL Y MÉTODO

Todos los pacientes incluidos en el presente estudio acudieron de forma espontánea a la consulta privada del doctorando para solicitar la rehabilitación de sus arcadas dentarias. Siguiendo el proceder habitual, se explicaron a todos ellos las diferentes alternativas terapéuticas de aplicación a cada caso, tanto con prótesis convencional, como implantoportada, siendo los pacientes los que optaron, una vez informados *in extenso* y resueltas todas sus dudas, por la solución implantológica. Firmaron entonces un consentimiento informado que incluía las singularidades, tanto médicas como las específicamente bucales, de su situación y tratamiento.

A todos se les realizó una historia clínica detallada, con particular atención a las patologías que por su relevancia médica o estomatológica pudieran ser de interés. Se hizo mención expresa de patologías sistémicas osteoarticulares (v.g. osteoporosis; artrosis) y metabólicas (v.g. diabetes mellitus), así como hábitos (v.g. tabaquismo; enolismo) y fármacos (v.g. corticoides crónicos; bisfosfonatos) que tomaran o hubiesen tomado últimamente y que pudieran influir en el estado de salud general y de su esqueleto en particular.

A todos los pacientes se les realizó una ortopantomografía diagnóstica y un escáner prequirúrgico para determinar el volumen óseo disponible en la zona receptora del implante. Un número importante de esos estudios se realizaron con el escáner de nuestra consulta, Carestream 9000 3D® (Carestream Health Incorporated, Rochester, Nueva York, Estados Unidos de Norteamérica). En el grupo experimental se solicitó también escáner mandibular para el estudio de la zona donante y la localización precisa del paquete vasculonervioso del dentario inferior, con intención de minimizar el riesgo de lesiones neurológicas en las maniobras de extracción del injerto. En los pacientes injertados (tanto con injerto de rama –grupo experimental- como los injertos del seno maxilar –grupo control 2- se les hizo un segundo escáner preimplantario). La toma de imágenes se efectuó según protocolo habitual <sup>(162)</sup>. Sin embargo, varios pacientes acudieron con los estudios ya realizados en otros centros.

### **Criterios de inclusión.**

Se incluyeron aquellos pacientes de modo consecutivo a partir del año 2010 y hasta 2014 que solicitaron rehabilitación con implantes de sus defectos maxilares,

independientemente del tamaño de estos, excepto para el grupo experimental, cuyo defecto debía ser de tres o cuatro dientes ausentes adyacentes.

Los pacientes que no tenían indicación de regeneración con injertos en bloque para alojar los implantes fueron agrupados en el grupo control. Este se dividió a su vez en aquellos que no necesitaron injerto óseo de ningún tipo y el implante se insertó sobre hueso indemne (grupo control 0) y los que necesitaron un injerto preimplantario, en cirugía específica y en otro tiempo quirúrgico previo y diferente al implantario; estos, por la naturaleza del procedimiento regenerativo y siempre en cirugía abierta, se dividieron en los que se aumentó mínima y horizontalmente la cresta (grupo control 1) y los que necesitaron injerto del seno maxilar –que se hizo por vía lateral, como en el grupo experimental- (grupo control 2). No tuvimos fenestraciones.

Con referencia al grupo experimental, los criterios de inclusión fueron pacientes con altura ósea suficiente para recibir un implante, tomando como tal  $\geq 10$  mm, pero que no tenían grosor suficiente para el mismo ( $< 3$  mm). Normalmente el perfil de la cresta ósea residual de estos enfermos o bien era laminar o bien se asemejaba a un triángulo escaleno de base superior y estrecha que impedía realizar una técnica de ensanchamiento de cresta. Estos enfermos precisaban un injerto preimplantario. En algunos de ellos, además, requerían de otras técnicas de regeneración ósea, como el injerto del seno maxilar -que se hizo siempre por vía lateral-.

### **Criterios de exclusión.**

Se excluyeron aquellos otros pacientes que presentaban alguna patología que podía comprometer la cicatrización ósea o mucosa. Así, se excluyeron específicamente diabéticos descontrolados, los sometidos a terapia sistémica crónica corticoidea, los pacientes que consumían bisfosfonatos, y a los fumadores, así como a los enfermos con periodontitis descontrolada. No tuvimos pacientes que hubieran sido irradiados en el polo cefálico. No tuvimos casos de implantes adyacentes a las áreas por rehabilitar <sup>(102)</sup>.

Respecto de los bisfosfonatos, se excluyeron todos los casos para este estudio, aún los pacientes que los tomaban recientemente ( $< 3$  años) por osteoporosis, a los que se les rehabilitó, pero no se les considero en el presente trabajo.

En relación con los fumadores, se les instó a dejar el hábito tabáquico. En el grupo experimental, como quiera que fuera condición *sine qua non* recibir un injerto óseo, se les explicó que era incompatible realizar el tratamiento propuesto si no dejaban de fumar durante, al menos, tres meses antes del mismo. Esto condujo a que dos pacientes dejaran de fumar para poder someterse al mismo (y no han recaído). Los pacientes fumadores fueron excluidos <sup>(30)</sup>. Hay que recordar que el tabaco sí actúa

por sí mismo como un factor pronóstico negativo en los casos de reconstrucción dentoalveolar <sup>(163)</sup>.

Dado que al inicio del estudio no sabíamos con precisión la edad de los pacientes a los que se les injertaría, se recopilaron los datos sin límites etarios. Toda vez que se estableció la edad promedio del grupo experimental, se eliminaron del estudio aquellos pacientes con edades inferiores o superiores a la media y dos desviaciones estándar, resultando así excluidos los que se encontraban por debajo de 42 o por encima de 78 años.

Se excluyeron aquellos pacientes que recibieron implantes inmediatos y a los que habían de someterse a otras técnicas de regeneración (expansión de crestas, etcétera).

### **Protocolo quirúrgico común.**

El procedimiento quirúrgico se llevó a cabo en todos los pacientes tras haber completado una fase inicial de higiene oral que incluyó, según cada caso, desde sesiones de refuerzo de cepillado y tartrectomías convencionales, hasta curetajes si lo precisaban, así como la endodoncia o exodoncia de los dientes que lo requerían, con el propósito de eliminar focos activos. No se emplearon soluciones antisépticas prequirúrgicas de modo sistemático. Tampoco se usaron premedicaciones días antes; sin embargo, dado que las intervenciones se realizaron todas en horario vespertino, se indicaba que la primera toma de los fármacos se iniciase en la comida previa, que se aconsejaba fuese ligera.

Las únicas situaciones en que se establecieron cambios farmacológicos prequirúrgicos fueron los pacientes anticoagulados (la práctica totalidad de ellos con dicumarínicos, Sintrom<sup>®</sup>), a los que se les realizó la reversión con heparinas de bajo peso molecular, según protocolo del servicio de hematología de los hospitales de referencia del paciente y control la mañana de la cirugía del INR (International Normalized Ratio; Razón Normalizada Internacional) que debía estar en rango.

Los pacientes fueron intervenidos bajo anestesia local infiltrativa o troncular, 2% lidocaína con 1:100.000 adrenalina (en procedimientos convencionales) o 4% articaína con 1:100.000 adrenalina (Inibsa, Barcelona, España) en los casos de obtención de injerto de rama en el área donante. Durante la espera necesaria para el efecto del agente anestésico el paciente hacía buches con una solución de clorhexidina al 0,2%, e instantes antes del inicio de la misma es el propio cirujano quien, humedecida una gasa en dicha solución, limpió la zona quirúrgica y aledaños.

Todos los pacientes fueron intervenidos por este doctorando en el ámbito de una consulta odontológica convencional. No se emplearon psicótrópos, ni relajantes.

Se usaron suturas no reabsorbibles, monofilamento en los casos de injerto (fluoruro de polivinildieno, Serelene®, Serag-Wiessner, Naila, Alemania) y seda recubierta (Seraflex®, Serag-Wiessner, Naila, Alemania) en los demás. La razón de esa decisión es permitir, de necesitarlo, un tiempo de sutura más prolongado en el caso de los injertos. En cualquiera de ellos se usó métrica 4/0.

La medicación postquirúrgica consistió en amoxicilina-clavulánico 500/125 mg cada ocho horas durante una semana; cuando el paciente resultó ser alérgico a la misma, se indicó el uso de clindamicina 300 mg con la misma posología; como antiinflamatorio se recomendó ibuprofeno arginina 600 mg cada ocho horas durante una semana. Se complementó con analgesia a base de paracetamol 650 mg o bien metamizol 575 mg cada ocho horas, alternos con el ibuprofeno, aconsejado su ingesta de modo regular los primeros días y luego, en función de los síntomas, a demanda; en los pacientes con antecedentes de úlcera péptica, gastritis, o mayores de 65 años se indicó omeprazol 20 mg, un comprimido diario durante diez días. Se indicó el uso de solución o gel a base de clorhexidina al 0,2% después de cada comida y durante diez días.

Igualmente se aconsejó la aplicación discontinua de hielo local durante las cuatro horas siguientes a la intervención, tanto sobre el área donante como sobre la receptora. Se instó a un reposo relativo. Se insistió en la necesidad de evitar los alimentos por las zonas intervenidas, tanto más a los pacientes que habían recibido injerto. Para la higiene oral se aconsejaron cepillos postquirúrgicos (Cepillo Vitis cirugía. Dentaïd. Barcelona, España).

Las zonas quirúrgicas, como norma general, no fueron cargadas. Se retiraron las prótesis removibles si las había. En los casos del sector estético se emplearon prótesis provisionales, ya adheridas a los dientes vecinos con puentes confeccionados en la consulta con fibra de vidrio; ya con puentes provisionales sobre dientes previamente tallados; ya se tallaron dientes de pronóstico imposible pero que nos sirvieron como pilares de prótesis provisionales hasta poder cargar los implantes.

### **Cirugías de injerto.**

#### **a) Grupo Experimental.**

La mayor parte de las intervenciones de injerto fueron para regenerar áreas maxilares laterales posteriores, con o sin injerto simultáneo del seno maxilar por ventana lateral.

Se lleva a cabo una única incisión, discretamente oblicua de delante hacia detrás y de arriba hacia abajo, cuyo extremo caudal es distal al último diente presente, desde el fondo del vestíbulo hasta el vértice de la cresta. Se procede al despegamiento mucoperióstico completo hacia distal, procurando ser cuidadoso en el mismo para no perforar el periostio. Se realiza un despegamiento amplio, ya que la falta de otras vías de acceso al área quirúrgica hace más compleja cualquier maniobra.

Una vez terminado el despegamiento del área a injertar se aborda la zona donante de la rama mandibular, mediante incisión horizontal, paralela al plano oclusal de distal a mesial, desde la zona del cordal y con cambio de dirección hacia caudal en distal del segundo premolar para evitar complicaciones con el paquete vasculonervioso mentoniano. Se efectúa un despegamiento mucoperióstico completo en la vertiente externa de la incisión que expone la línea oblicua externa, ángulo y base de la rama ascendente de la mandíbula. Se inicia el procedimiento de toma de injerto con un rascado de la zona con un rascador curvo porque permite un acceso mejor (Twist Safescraper® de la casa META, Advanced Medical Technology, Reggio nell'Emilia, Italia). Terminado este se puntea con fresa de Lindeman montada en pieza de mano quirúrgica y bajo abundante irrigación de suero fisiológico la parte más coronal del injerto. Con fresa de disco con protector de corte (FRIOS Microsaw® diamond disc; de la compañía Dentsplay International, York, Pensilvania, Estados Unidos de Norteamérica) montada en pieza de mano y con similar irrigación, se hacen las incisiones óseas verticales mesial y distal; con esa misma fresa de disco, pero en contraángulo y también con protector de corte e irrigación con fisiológico, se hace la incisión horizontal inferior, probablemente la más complicada por su abordaje. En cualquier caso el corte máximo que ofrece el disco son 3,2 mm. Conectadas todas las incisiones óseas se termina de cortar el lado horizontal coronal (aquel que punteamos con la fresa de Lindeman) mediante escoplo quirúrgico y martillo quirúrgico, insinuado aquel en la cortical, sin penetrar en la esponjosa y sin inclinarse hacia lingual. Completado este paso se libera el injerto óseo de rama. Acostumbramos, antes de hacer ese último movimiento con el escoplo, a llevar a cabo las perforaciones en la cara vestibular del injerto para los tornillos de fijación que a continuación se emplearán; de ese modo evitamos manipulaciones del injerto *ex oris* y el efecto desagradable de que gire el injerto al intentar hacer esas perforaciones en la mesa quirúrgica con deficiente fijación del mismo. La zona donante la cubrimos celulosa oxidada (Surgicel®, Ethicon Inc, Somerville, New Jersey, Estados Unidos de Norteamérica) <sup>(20)</sup>.

Tanto las limallas obtenidas como el propio injerto una vez tallado para adaptarlo al lecho lo mejor posible y dejarle con todos sus ángulos romos se depositan en la mesa quirúrgica sumergidos en suero fisiológico frío, en tanto no se apliquen.

Si el paciente no precisa injerto del seno maxilar se fija el injerto a la cara vestibular del maxilar desperiostizado y sin decorticar, mediante dos tornillos de osteosíntesis (truSCREW®, del sistema de fijación truFIX, de ACE Surgical Supply Incorporated, Brockton, Massachusetts, Estados Unidos de Norteamérica). Los huecos entre la cortical receptora y el injerto se llenan meticulosamente con las limallas obtenidas por raspado hasta hacer un conjunto homogéneo.

El tiempo preestablecido de maduración del injerto de rama fue cuatro meses (10,20,30,98,102). Aunque se han señalado tiempos algo menores para prevenir la reabsorción del injerto <sup>(16)</sup>.

En el caso del sector anterior se aprovechó el abordaje que permitía la apertura mucosa de los dientes recién exodonciados, a través de la cual y tras retirar el abundante tejido de granulación presente, se disecó el colgajo y se colocó el injerto, según el procedimiento descrito, cubriendo el referido defecto mucoso con un injerto de conectivo tomado de la tuberosidad mayor del maxilar.

No se emplearon membranas para cubrir los injertos de rama.

En los casos de injerto del seno maxilar se inicia el procedimiento en este momento. El acceso quirúrgico al seno en todos los casos fue lateral clásico, con apertura con fresa redonda de acero, montada en pieza de mano quirúrgica; con despegamiento manual de la membrana de Schneider.

Se empleó como material de injerto hueso bovino desproteinizado (DBBM - mineral de hueso bovino desproteinizado-) (BioOss®, Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Suiza), mezclado con hueso autólogo de rama tomado con rascador en los pacientes que recibían a la par injerto de rama (grupo experimental) (1:1); en tanto que sólo fue DBBM en los pacientes que no lo recibieron (grupo control 2).

La ventana de acceso al seno, una vez materializado el injerto, se cubrió con una membrana de colágeno, dispuesta doble y superpuesta en la intersección, en forma de X (BioGide®, Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Suiza).

El tiempo preestablecido de maduración del injerto del seno maxilar fue nueve meses.

b) Grupo Control.

En el grupo control 1, el de aquellos pacientes que han recibido un injerto preimplantario no de rama, se trató de enfermos cuya cresta residual no tenía la morfología idónea para realizar un implante directamente, teniendo el riesgo cierto de dejar varias espiras expuestas, normalmente por vestibular. Ante esa circunstancia, se optó sistemáticamente por realizar una técnica preimplantaria de injerto óseo autólogo con rascador de zonas próximas, con cirugía abierta y sin membrana. Se implanta a partir del tercer mes de esta intervención.

Los pacientes del grupo control 2, precisaban injerto del seno maxilar, sin otras técnicas añadidas. Se realizó de acuerdo al procedimiento antes descrito (ver el epígrafe anterior), salvo que el injerto intrasinal en estos enfermos fue sólo con hueso bovino DBBM (BioOss®, Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Suiza). Una membrana de similares características a las antedichas cubrió la ventana. El tiempo preestablecido de maduración del injerto fue nueve meses.

**Criterio de éxito de la cirugía de injerto.**

De acuerdo con Donos <sup>(4)</sup> entendemos por éxito de la cirugía de injerto la creación de una cresta alveolar de dimensiones adecuadas para facilitar la colocación de implantes dentales que fuesen más tarde osteointegrados en el hueso regenerado del huésped y que fuesen funcionalmente cargados bajo un protocolo dado de carga de al menos seis meses (sic).

**Cirugía de implantes.**

Los implantes se pusieron en todos los casos siguiendo las indicaciones del fabricante respecto de manejo y preparación del lecho. Se fresó aquel a 600 rpm, con un motor Frios Unit E® (Dentsplay International, York, Pensilvania, Estados Unidos de Norteamérica)

Los osteotomos, cuando se emplearon, fueron los originales Dentsplay o MozoGrau en su caso, adaptados a la métrica de sus implantes y en la secuencia preestablecida. La única variación en este sentido fue si se usaron los rectos o los angulados en función de la accesibilidad al lecho implantario. No se empleó martillo percutor. No se empleó la técnica con osteotomos en ningún paciente del grupo

experimental por el peligro de separación del injerto. Los casos en que se usaron los osteotomos fueron a discreción del médico actuante, dada la pobre calidad ósea del lecho receptor.

Los implantes fueron el modelo XIVE S<sup>®</sup> de la compañía Dentsplay Implants, (Dentsplay International, York, Pensilvania, Estados Unidos de Norteamérica). Un reducido número de pacientes recibió implantes INHEX<sup>®</sup> de la compañía Mozo-Grau (Valladolid, España). Todos los implantes se colocaron con motor quirúrgico y control de torque. Para poder estimar este, se seleccionaba el torque mínimo y, a medida que el implante era detenido por la resistencia del neoalveolo se elevaba el torque hasta conseguir insertar el implante en la longitud deseada, momento en que se tomaba ese torque como el de inserción.

Todos los materiales que se emplearon eran originales de cada marca. No se emplearon aditamentos compatibles en ningún caso.

En los pacientes del grupo injertado se tuvo especial cuidado con los tornillos de osteosíntesis. No se retiraron estos antes de labrar el neoalveolo si pudimos evitarlo.

Una vez colocado cada implante unitario, o cuando estuvieron todos alojados si eran varios, se procedió a medir la frecuencia de resonancia de cada uno, atornillando manualmente el aditamento específico (modelos 21, 45 y 38 de SmartPeg, de Osstell AB, Goteburgo, Suecia), y acercando, según procedimiento habitual, el extremo activo del instrumento en dos direcciones, de mesial a distal y de vestibular a palatino, apareciendo la lectura en la pantalla del lector Ostteli, modelo ISQ<sup>®</sup> (Osstell AB, Goteburgo, Suecia).

### **Criterios de éxito de los implantes.**

A pesar de que hay una falta de consenso respecto de la aceptación universal de los criterios de éxito de los implantes, nosotros convenimos en el juicio de Donos <sup>(4)</sup> en la revisión sistemática sobre aumentos laterales de cresta, que es una amalgama de lo publicado a lo largo de los últimos veinte años sobre el particular:

- 1.- Ausencia de movilidad.
- 2.- Ausencia de quejas subjetivas (dolor, sensación de cuerpo extraño y/o disestesia).
- 3.- Ausencia de infección recurrente periimplantaria con supuración.
- 4.- Ausencia de radiolucidez continua en torno al implante.
- 5.- No profundidad de sondaje > 5 mm.
- 6.- No sangrado al sondaje.



7.- Pérdida ósea vertical en el primer año de 1,5 mm máximo; y pasado este, será menor de 0,2 mm/año.

### **Determinación del valor ISQ tras la osteointegración.**

La determinación de la frecuencia de resonancia, como valor ISQ, se midió en condiciones similares a las referida en el apartado previo (ver “cirugía de implantes”).

Esta segunda determinación se realizó en la visita de control previa al procedimiento de toma de impresiones para la carga en el caso de los implantes semisumergidos o en la cirugía de exposición en el caso de los sumergidos.

### **Determinación del área injertada.**

Como quiera que varios pacientes ya tenían realizados sus estudios radiológicos preinjerto en el momento de acudir a nuestra consulta, se emplearon estos; lo cual originó que se dispusieran de varios modelos de programas de tratamiento de imágenes, con posibilidad o no de determinación del volumen de hueso regenerado. De ese modo, se optó para medir el área antes y después, en lugar del volumen antes y después, porque era un procedimiento común a todos los estudios. Como se precisaban puntos sin posibilidad de cambiar y fácilmente localizables, se consideró adecuada la zona donde se habían alojado los implantes: el procedimiento consistía en medir en el modelo de trabajo de laboratorio la distancia por encima de la cresta edéntula y desde el diente más próximo a la brecha a tratar, como punto de localización estable en cada paciente y de fácil localización en ambos escáneres, hasta el centro del implante osteointegrado con las técnicas de tunelización, y esta medida la trasladamos al escáner inicial (el previo al injerto) y al secundario (el previo al implante). [Usar los dientes próximos a la brecha como punto referencial de medida no es original nuestro <sup>(102)</sup>; como tampoco medir la diferencia de la zona ósea preexistente y la injertada <sup>(101,146)</sup>; y similar a la determinación de área de injerto en otros estudios de injertos de rama <sup>(112)</sup>]. En ambos se toma un corte a ese nivel y se captura esa imagen. Sobre esta se contornea el hueso disponible en cada caso, estableciendo así el polígono perimetral de hueso. Ese polígono se copia en el programa informático Geogebra® (Geogebra International Institute. Universidad Juan Kepler. Linz. Austria), que automáticamente calcula el área.

### **Estadística.**

Dado que se establecieron diferentes subgrupos de estudio, resultó que la muestra se fraccionaba por debajo de los treinta por grupo en no pocas ocasiones, lo que condujo a realizar pruebas de normalidad en la totalidad de los cálculos. Si las

distribuciones resultaban normales se aplicaron las pruebas paramétricas, si bien esto sucedió en menor medida, lo que condujo a emplear pruebas no paramétricas en su mayor parte <sup>(164)</sup>.

La significación estadística se estableció para  $p < 0,05$ .

Los resultados se evaluaron utilizando el programa informático IBM SPSS Statistics, versión 22.0, para Windows (International Business Machines Corp. -IBM-; Armonk, Nueva York. Estados Unidos de Norteamérica), por la doctora Mercedes Martínez Piédrola: Doctora por la Universidad Complutense de Madrid; Profesora de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Camilo José Cela de Madrid; miembro de la Unidad de Apoyo Técnico de la Gerencia de Atención Primaria del Servicio Madrileño de Salud.

# RESULTADOS

## 1.- ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.

### A) DATOS POR GRUPOS.

#### 1.1.- GRUPOS CONTROL.

##### 1.1.1.- GRUPO CONTROL 0.

Lo conforman 67 implantes, de los cuales 40 se alojaron en mujeres (59,7%) y 27 en hombres (40.3%).

La edad media fue  $60,27 \pm 8,7$  años (mínimo 42 y máximo 78).

La distribución por localización anatómica se muestra en la tabla adjunta.

Grupo Control 0		
Localización anatómica del implante		
Región	Frecuencia	Porcentaje
Incisivo	5	7,5
Canino	5	7,5
Premolar	12	17,9
Molar	45	67,2

Tabla nº 1.  
Distribución por área anatómica de los implantes  
del grupo control 0.

El torque medio de inserción fue  $35,89 \pm 6,90$  Nw/cm, (rango de 25 a 50).

El análisis de la frecuencia de resonancia, medido como valor ISQ se muestra en la tabla adjunta.

Grupo Control 0				
Análisis de Frecuencia de Resonancia				
ISQ	Quirúrgico		Previo a la carga	
Eje Medición	Mesiodistal	Vestibulopalatino	Mesiodistal	Vestibulopalatino
Media	72,38	70,23	74,25	72,40
Desviación	7,53	7,79	5,03	5,00
Máximo	81	81	82	80
Mínimo	38	39	58	68

Tabla nº 2.  
Estadísticos del análisis de frecuencia de resonancia, expresada como ISQ, en la cirugía y previo a la carga en ambos ejes del grupo control 0.

Los meses hasta la exposición (implantes sumergidos) fueron  $5,59 \pm 2,28$  meses, con un rango de 2 a 14. Los meses hasta la medición previo a la carga (implantes semisumergidos) fueron  $7,19 \pm 5,03$  meses y el rango de 2 a 29.

Grupo Control 0		
Longitud del Implante (mm)		
Longitud	Frecuencia	Porcentaje
8	1	1,5
9,5	4	6,0
10	2	3,0
11	22	32,8
13	36	53,7
15	2	3,0

Tabla nº 3.  
Distribución de los implantes según su longitud del grupo control 0.

Grupo Control 0		
Diámetro del Implante (mm)		
Diámetro	Frecuencia	Porcentaje
3,40	8	11,9
3,80	42	62,7
4,50	16	23,9
5,00	1	1,5

Tabla nº 4.  
Distribución de los implantes según su diámetro del grupo control 0.

#### 1.1.2.- GRUPO CONTROL 1.

Formado por 20 implantes, de los cuales 15 se insertaron en mujeres (75,0%) y 5 hombres (25,0%).

La edad media fue  $53,65 \pm 7,99$  años (mínimo 42 y máximo 70).

La distribución por localización anatómica se muestra en la tabla adjunta.

Grupo Control 1		
Localización del implante		
Región	Frecuencia	Porcentaje
Incisivo	3	15,0
Canino	2	10,0
Premolar	6	30,0
Molar	9	45,0

Tabla nº 5.  
Distribución por área anatómica de los implantes del grupo control 1.

El torque medio de inserción fue  $38,0 \pm 8,01$  Nw/cm (rango de 25 a 50).

Los valores ISQ (análisis de frecuencia de resonancia) se muestran en la tabla adjunta.

Grupo Control 1				
Análisis de Frecuencia de Resonancia				
ISQ	Quirúrgico		Previo a la carga	
Eje Medición	Mesiodistal	Vestibulopalatino	Mesiodistal	Vestibulopalatino
Media	71,75	70,00	74,45	72,40
Desviación	5,85	6,10	3,83	4,46
Máximo	81	79	82	80
Mínimo	57	57	69	67

Tabla nº 6.

Estadísticos del análisis de frecuencia de resonancia, expresada como ISQ, en la cirugía y previo a la carga, en ambos ejes del grupo control 1.

Los meses hasta la exposición fueron (implantes sumergidos)  $5,92 \pm 2,36$  meses, con rango de 3 a 9. Los meses hasta la medición previa a la carga (implantes semisumergidos)  $6,43 \pm 5,00$  meses y el rango de 5 a 10.

Grupo Control 1		
Longitud del Implante (mm)		
Longitud	Frecuencia	Porcentaje
8	0	0,0
9,5	2	10,0
10	3	15,0
11	6	30,0
13	9	45,0
15	0	0,0

Tabla nº 7.

Distribución de los implantes según su longitud del grupo control 1.

Grupo Control 1		
Diámetro del Implante (mm)		
Diámetro	Frecuencia	Porcentaje
3,4	3	15,0
3,8	15	60,0
4,5	5	25,0
5,0	0	0,0

Tabla nº 8.

Distribución de los implantes según su diámetro del grupo control 1.

### 1.1.3.- GRUPO CONTROL 2.

Constituido por 8 implantes, de los cuales 6 se implantaron en mujeres (75,0%) y 2 hombres (25,0%).

La edad media fue  $55,75 \pm 5,31$  años (mínimo 49 y máximo 61).

La distribución por localización anatómica no es de aplicación en este caso por ser todos molares.

El torque medio de inserción fue  $33,75 \pm 5,82$  Nw/cm (rango de 25 a 40).

Los valores ISQ del análisis de frecuencia de resonancia se muestran en la tabla adjunta.

Grupo Control 2				
Análisis de Frecuencia de Resonancia				
ISQ	Quirúrgico		Previo a la carga	
Eje Medición	Mesiodistal	Vestibulopalatino	Mesiodistal	Vestibulopalatino
Media	71,37	68,87	73,12	71,15
Desviación	3,85	5,05	3,48	4,62
Máximo	80	80	80	80
Mínimo	68	64	70	68

Tabla nº 9.

Estadísticos del análisis de frecuencia de resonancia, expresada como ISQ, en la cirugía y previo a la carga en ambos ejes del grupo control 2.

Los meses hasta la exposición (implantes sumergidos)  $8 \text{ meses} \pm 1,15$ , y rango de 7 a 9. Los meses hasta la precarga (implantes semisumergidos)  $9,5 \text{ meses} \pm 1,00$  y rango de 9 a 10.

Grupo Control 2		
Longitud del Implante (mm)		
Longitud	Frecuencia	Porcentaje
8	0	0,0
9,5	0	0,0
10	0	0,0
11	3	37,5
13	5	62,5
15	0	0,0

Tabla nº 10.

Distribución de los implantes según su longitud del grupo control 2.

Grupo Control 2		
Diámetro del Implante (mm)		
Diámetro	Frecuencia	Porcentaje
3,4	0	0,0
3,8	6	75,0
4,5	2	25,0
5,0	0	0,0

Tabla nº 11.  
Distribución de los implantes según su diámetro del grupo control 2.

Grupo Control 2		
Área ósea (mm <sup>2</sup> )		
Área	Preinjerto	Preimplantaria
Media	83,02	194,25
Desv. típ.	38,99	50,01
Máximo	138,07	285,92
Mínimo	23,53	128,57

Tabla nº 12.  
Valores medios y rango de la ganancia ósea en el área implantada antes y después de los injertos del grupo control 2.

Grupo Control 2			
Área ósea			Ganancia respecto al área inicial (%)
Preinjerto (mm <sup>2</sup> )	Preimplantaria (mm <sup>2</sup> )	Ganancia (mm <sup>2</sup> )	
23,53	128,57	105,04	446,41
44,12	138,58	94,46	214,10
57,45	208,63	151,18	263,15
81,42	173,41	91,99	112,98
95,77	285,92	190,15	198,55
105,89	187,26	81,37	76,84
117,97	221,96	103,99	88,15
138,07	209,70	71,63	51,88

Tabla nº 13.  
Valores ordenados de menor a mayor de las áreas óseas antes y después del injerto en las zonas regeneradas e implantadas, así como su diferencia (Ganancia) del grupo control 2.

La ganancia ósea media, expresada como milímetros cuadrados de área recuperada para injertar, en este grupo fue de  $111,23 \pm 39,68 \text{ mm}^2$ .

## 1.2.- GRUPO EXPERIMENTAL.

Constituido por 23 implantes, de los cuales 16 se pusieron en mujeres (69,6%) y 7 en hombres (30,4%).

La edad media fue  $59,61 \pm 7,47$  años (mínimo 47 y máximo 72).

La distribución por localización anatómica se muestra en la tabla adjunta

Grupo Experimental		
Localización del implante		
Región	Frecuencia	Porcentaje
Incisivo	2	8,7
Canino	1	4,3
Premolar	7	30,4
Molar	13	56,5

Tabla nº 14.  
Distribución por área anatómica de los implantes del grupo experimental.

El torque medio de inserción fue  $33,91 \pm 4,25$  Nw/cm (rango de 30 a 40).

Los valores ISQ del análisis de frecuencia de resonancia se muestran en la tabla adjunta.

Grupo Experimental				
Análisis de Frecuencia de Resonancia				
ISQ	Quirúrgico		Previo a la carga	
Eje Medición	Mesiodistal	Vestibulopalatino	Mesiodistal	Vestibulopalatino
Media	70,86	68,82	71,26	71,04
Desviación	4,81	9,57	5,02	4,49
Máximo	78	78	80	80
Mínimo	58	39	61	61

Tabla nº 15.  
Estadísticos del análisis de frecuencia de resonancia, expresada como ISQ, en la cirugía y previo a la carga en ambos ejes del grupo experimental.

Los meses hasta la exposición fueron (implantes sumergidos)  $9,47 \pm 5,73$  meses, con un rango de 5 a 21. Los meses hasta la medición previa a la carga (implantes semisumergidos)  $6 \pm 0,00$  meses.

Grupo Experimental		
Longitud del Implante (mm)		
Longitud	Frecuencia	Porcentaje
8	0	0,0
9,5	4	17,4
10	5	21,7
11	1	4,3
13	13	56,5
15	0	0,0

Tabla nº 16.  
Distribución de los implantes según su longitud del grupo experimental.



Grupo Experimental		
Diámetro del Implante (mm)		
Diámetro	Frecuencia	Porcentaje
3,4	2	8,7
3,8	21	91,3
4,5	0	0,0
5,0	0	0,0

Tabla nº 17.  
Distribución de los implantes según su diámetro del grupo experimental.

Grupo Experimental		
Modalidad de injerto		
Técnica quirúrgica	Frecuencia	Porcentaje
Injerto atornillado	19	82,6
Injerto en el seno	4	17,4

Tabla nº 18.  
Distribución según modalidad de injerto empleada para regenerar del grupo experimental.

Grupo Experimental			
Subgrupo			
Injerto del Seno Maxilar			
Área ósea (mm <sup>2</sup> )		Ganancia ósea	
Preinjerto	Preimplantaria	(mm <sup>2</sup> )	% respecto inicial
20,99	158,40	137,41	654,65
23,98	137,65	113,67	474,02
28,70	102,47	73,77	257,04
30,90	161,12	130,22	421,42

Tabla nº 19.  
Valores ordenados de menor a mayor de las áreas óseas antes y después del injerto en las zonas regeneradas e implantadas, así como su diferencia (Ganancia) del grupo experimental, considerando únicamente los de injerto del seno maxilar.

Grupo Experimental						
Área ósea antes y después de los injertos (mm <sup>2</sup> )						
Estadístico	Global del grupo		Subgrupo injerto de rama		Subgrupo injerto del seno	
	Preinjerto	Preimplantaria	Preinjerto	Preimplantaria	Preinjerto	Preimplantaria
Media	60,81	111,51	68,11	105,53	26,14	139,91
Desv. Típ.	26,72	28,34	23,37	25,35	4,49	27,07
Máximo	122,75	165,90	122,75	165,90	30,90	161,12
Mínimo	20,99	65,33	29,59	65,33	20,99	102,47

Tabla nº 20.  
Valores de la ganancia ósea en el área implantada del grupo experimental en total y sus dos subgrupos.

La ganancia ósea media, expresada como milímetros cuadrados de área recuperada para implantar, medido en la posición de los implantes, considerando sólo los casos injertados con técnica de injerto del seno maxilar fue de  $113,77 \pm 28,45 \text{ mm}^2$ .

La ganancia ósea media, expresada como milímetros cuadrados de área recuperada para implantar, medido en la posición de los implantes, considerando sólo los casos injertados con técnica de injerto de rama atornillados fue de  $112,52 \pm 50,70 \text{ mm}^2$ .

La ganancia ósea media, expresada como milímetros cuadrados de área recuperada para implantar, medido en la posición de los implantes, considerando el conjunto de las técnicas de tunelización (grupo experimental completo) fue de  $50,70 \pm 35,24 \text{ mm}^2$ .

Grupo Experimental				
Subgrupo Injerto de rama atornillado				
Implante	Área ósea ( $\text{mm}^2$ )		Ganancia ósea	
	Preinjerto	Preimplante	$\text{mm}^2$	% respecto inicial
149	29,59	97,01	67,42	227,85
142	43,91	87,45	43,54	99,16
148	46,35	125,61	79,26	171,00
134	52,89	109,19	56,30	106,45
137	55,77	65,33	9,56	17,14
147	56,02	74,26	18,24	32,56
138	56,20	84,47	28,27	50,30
141	58,84	90,61	31,77	53,99
150	59,05	94,34	35,29	59,76
136	61,31	106,08	44,77	73,02
135	65,02	88,88	23,86	36,70
146	71,87	124,39	52,52	73,08
139	74,01	112,98	38,97	52,66
143	75,30	98,40	23,10	30,68
144	77,40	109,27	31,87	41,18
140	80,55	107,52	26,97	33,48
133	87,10	103,52	16,42	18,85
145	120,16	165,90	45,74	38,07
132	122,75	160,00	37,25	30,35

Tabla nº 21.

Valores ordenados de menor a mayor de las áreas óseas antes y después del injerto en las zonas regeneradas e implantadas, así como su diferencia (Ganancia) del grupo experimental, considerando únicamente los de injerto de rama.

## B) DATOS COMPARATIVOS INTERGRUPOS.

Cantidad de implantes por grupo y distribución por edad y género				
Grupo	Control 0	Control 1	Control 2	Experimental
Cantidad	67	20	8	23
Edad				
Media	60,27	53,65	55,75	59,61
Desviación	8,7	7,99	5,31	7,47
Máximo	78	70	61	72
Mínimo	42	42	49	47
Género				
Mujeres	40	15	6	16
% mujeres	59,7	75	75	69,6
Varones	27	5	2	7
% varones	40,3	25	25	30,4

Tabla nº 22.

Cantidad de implantes por grupo y su distribución por edad y género.

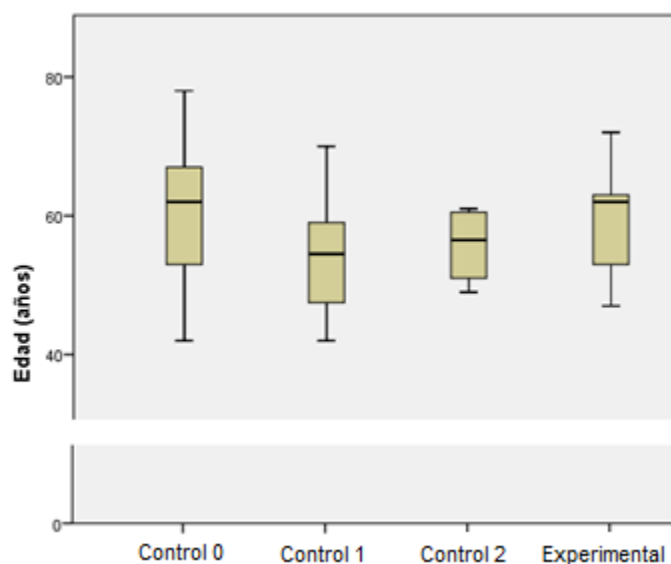


Gráfico nº 1.

Diagrama de caja de la edad por grupos.

Localización anatómica del implante cantidad y (porcentaje)					
Región	Control 0	Control 1	Control 2	Experimental	
Incisivo	5 (7,5)	3 (15,0)	No procede	2	(8,7)
Canino	5 (7,5)	2 (10,0)	No procede	1	(4,3)
Premolar	12 (17,9)	6 (30,0)	No procede	7	(30,4)
Molar	45 (67,2)	9 (45,0)	8 (100)	13	(56,5)

Tabla nº 23.

Localización anatómica de los implantes por grupo y su porcentaje.

Longitud de los implantes (mm) Cantidad y (porcentaje)				
Grupo	Control 0	Control 1	Control 2	Experimental
8	1 (1,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
9,5	4 (6,0)	2 (10,0)	0 (0,0)	4 (17,4)
10	2 (3,0)	3 (15,0)	0 (0,0)	5 (21,7)
11	22 (32,8)	6 (30,0)	3 (37,5)	1 (4,3)
13	36 (53,7)	9 (45,0)	5 (62,5)	13 (56,5)
15	2 (3,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)

Tabla nº 24.  
Longitud de los implantes por grupo y su porcentaje.

Diámetro de los implantes (mm) Cantidad y (porcentaje)				
Grupo	Control 0	Control 1	Control 2	Experimental
3,4	8 (11,9)	3 (15,0)	0 (0,0)	2 (8,7)
3,8	42 (62,7)	15 (60,0)	6 (75,0)	21 (91,3)
4,5	16 (23,9)	5 (25,0)	2 (25,0)	0 (0,0)
5,0	1 (1,5)	0 (0,0)	8 (0,0)	0 (0,0)

Tabla nº 25.  
Diámetro de los implantes por grupo y su porcentaje.

Análisis de Frecuencia de Resonancia (valor ISQ)				
Estadísticos	Quirúrgico		Previo a la carga	
Grupo Control 0				
Eje medición	Mesiodistal	Vestibulopalatino	Mesiodistal	Vestibulopalatino
Media	72,38	70,23	74,25	72,40
Desviación	7,53	7,79	5,03	5,00
Máximo	81	81	82	80
Mínimo	38	39	58	68
Grupo Control 1				
Media	71,75	70,00	74,45	72,40
Desviación	5,85	6,10	3,83	4,46
Máximo	81	79	82	80
Mínimo	57	57	69	67
Grupo Control 2				
Media	71,37	68,87	73,12	71,15
Desviación	3,85	5,05	3,48	4,62
Máximo	80	80	80	80
Mínimo	68	64	70	68
Grupo Experimental				
Media	70,86	68,82	71,26	71,04
Desviación	4,81	9,57	5,02	4,49
Máximo	78	78	80	80
Mínimo	58	39	61	61

Tabla nº 26.  
Estadísticos básicos de los valores ISQ de los implantes por grupo, eje y momento del registro.

Torque de inserción (Nw/cm)				
Grupo	Control 0	Control 1	Control 2	Experimental
Media	35,89	38,00	33,75	33,91
Desviación	6,90	8,01	5,82	4,25
Máximo	50	50	40	40
Mínimo	25	25	25	30

Tabla nº 27.  
Estadísticos básicos del torque de inserción de los implantes por grupo.

## 2.- ESTADÍSTICA INFERENCIAL.

### 2.1.- RESULTADOS BIVARIABLE INTRAGRUPO.

Se valoran por cada grupo, tanto experimental como controles, y este en sus diferentes subgrupos, las variables género, edad, localización, longitud y diámetro del implante, torque de inserción, análisis de frecuencia de resonancia quirúrgico y previo a la carga, estos últimos tanto en el eje mesio-distal como vestibular-palatino, y el tiempo transcurrido entre ambas medidas y si el neoalveolo fue hecho con fresa o con estas y osteotomos.

Se muestran sólo las relaciones con significación estadística.

#### 2.1.1.- GRUPO CONTROL

##### 2.1.1.1.- GRUPO CONTROL 0

ESTADÍSTICA BIVARIABLE DEL GRUPO CONTROL 0					
(Se muestra sólo las que resultaron significativas; p<0,05)					
VARIABLES	Torque de inserción	ISQ Quirúrgico Mesiodistal	ISQ Quirúrgico VestibuloPalatino	ISQ Previo a carga Mesiodistal	ISQ Previo a carga VestibuloPalatino
<b>Género</b>	Cp 0,337; p<0,01 rS 0,341; p<0,01				
<b>Edad</b>					
<b>Localización</b>					
<b>Longitud</b>		Cp 0,244; p<0,05 rS 0,252; p<0,05		Cp 0,347; p<0,01 rS 0,347; p<0,01	Cp 0,315; p<0,05 rS 0,263; p<0,05
<b>Diámetro</b>	Cp 0,478; p<0,01 rS 0,475; p<0,01	rS 0,271 p<0,05	rS 0,290 p<0,05	Cp 0,267; p<0,05 rS 0,324; p<0,01	rS 0,285; p<0,05
<b>Torque de inserción</b>	No procede	Cp 0,463; p<0,01 rS 0,555; p<0,01	Cp 0,463; p<0,01 rS 0,555; p<0,01	Cp 0,417; p<0,01 rS 0,509; p<0,01	Cp 0,500; p<0,01 rS 0,583; p<0,01
<b>ISQ Quirúrgico Mesiodistal</b>	Ya valorado	No procede	Cp 0,842 p<0,01 rS 0,769 p<0,01	Cp 0,691; p<0,01 rS 0,791; p<0,01	Cp 0,613 p<0,01 rS 0,654 p<0,01
<b>ISQ Quirúrgico VestibuloPalatino</b>	Ya valorado	Ya valorado	No procede	Cp 0,601; p<0,01 rS 0,661; p<0,01	Cp 0,725; p<0,01 rS 0,734; p<0,01

Cp= Correlación de Pearson; rS= Correlación de Spearman.

Tabla nº 28.  
Estadísticos de correlación bivariable del grupo control 0.

### GRUPO CONTROL 0

#### Objetivo: Torque de inserción (Ncm)

Se visualizan los gráficos de medias estimadas para los diez principales efectos significativos ( $p < ,05$ ).

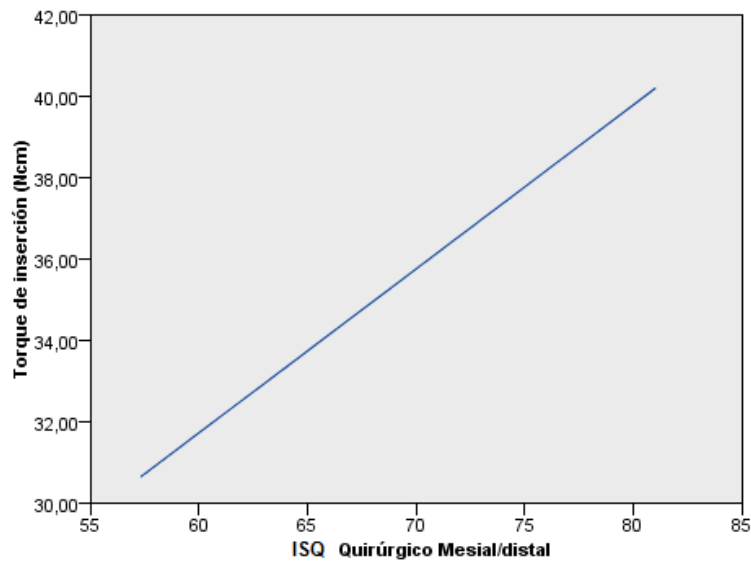


Gráfico nº 2.

Recta de regresión entre el torque inserción y el ISQ quirúrgico en el eje mesiodistal en el grupo control 0.

### 2.1.1.2.- GRUPO CONTROL 1

ESTADÍSTICA BIVARIABLE DEL GRUPO CONTROL 1					
(Se muestra sólo las que resultaron significativas; $p < 0,05$ )					
VARIABLES	Torque de inserción	ISQ Quirúrgico Mesiodistal	ISQ Quirúrgico VestibuloPalatino	ISQ Previo a carga Mesiodistal	ISQ Previo a carga VestibuloPalatino
<b>Género</b>					
<b>Edad</b>	Cp 0,699 $p < 0,01$ rS 0,708 $p < 0,01$				
<b>Localización</b>					
<b>Longitud</b>					
<b>Diámetro</b>					
<b>Torque de inserción</b>	No procede				
<b>ISQ Quirúrgico Mesiodistal</b>	Ya valorado	No procede	Cp 0,944; $p < 0,01$ rS 0,953; $p < 0,01$	Cp 0,836; $p < 0,01$ rS 0,875; $p < 0,01$	Cp 0,755; $p < 0,01$ rS 0,772; $p < 0,01$
<b>ISQ Quirúrgico VestibuloPalatino</b>	Ya valorado	Ya valorado	No procede	Cp 0,853; $p < 0,01$ rS 0,857; $p < 0,01$	Cp 0,809; $p < 0,01$ rS 0,817; $p < 0,01$

Cp= Correlación de Pearson; rS= Correlación de Spearman.

Tabla nº 29.

Estadísticos de correlación bivariable del grupo control 1.

#### GRUPO CONTROL 1

##### Objetivo: Torque de inserción (Ncm)

Se visualizan los gráficos de medias estimadas para los diez principales efectos significativos ( $p < .05$ ).

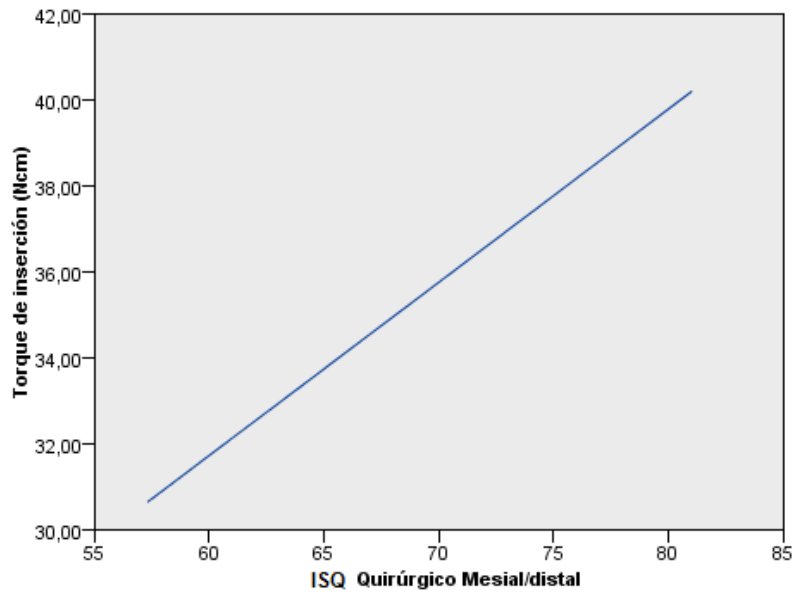


Gráfico nº 3.

Correlación entre el ISQ quirúrgico mesiodistal y el torque de inserción en el Grupo Casos 1.

#### GRUPO CONTROL 1

##### Objetivo: Ostell Quirúrgico Mesial/distal

Se visualizan los gráficos de medias estimadas para los diez principales efectos significativos ( $p < .05$ ).

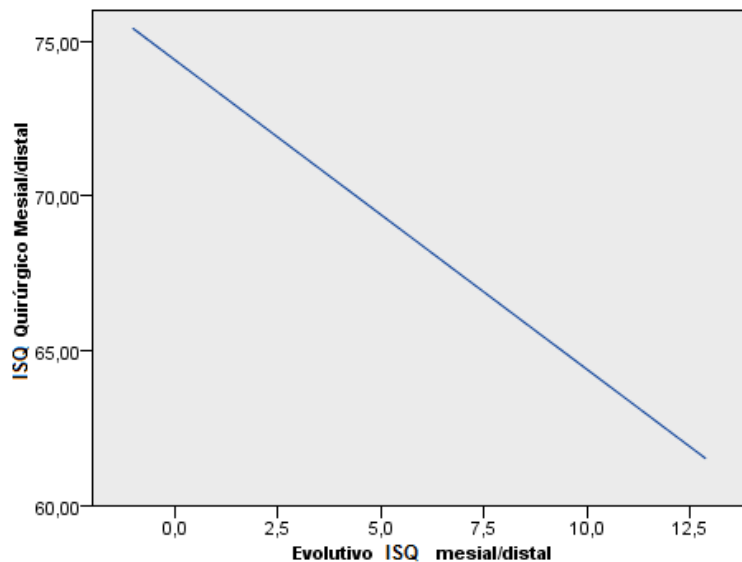


Gráfico nº 4.

Correlación entre el ISQ quirúrgico mesiodistal y el evolutivo del mismo (diferencia entre el ISQ quirúrgico y el previo a la carga), en el Grupo Casos 1.

#### GRUPO CONTROL 1

##### Objetivo: Ostell Quirúrgico Mesial/distal

Se visualizan los gráficos de medias estimadas para los diez principales efectos significativos ( $p < 0,05$ ).

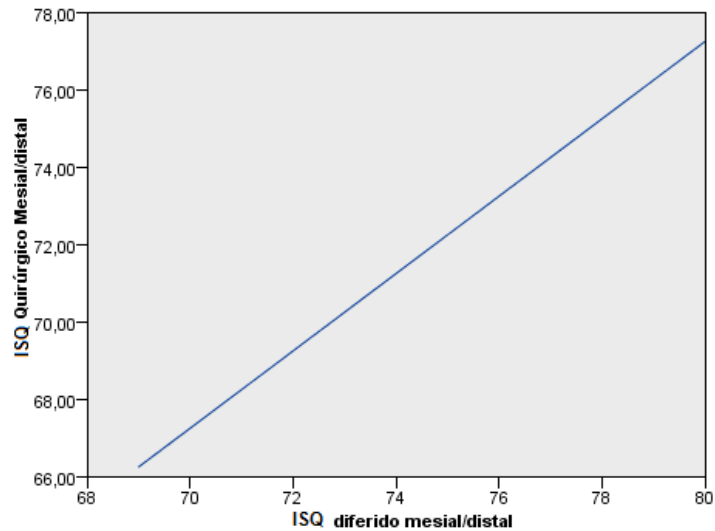


Gráfico nº 5.  
Correlación entre el ISQ quirúrgico y diferido mesiodistal en el Grupo Casos 1.

#### 2.1.1.3.- GRUPO CONTROL 2.

ESTADÍSTICA BIVARIABLE DEL GRUPO CONTROL 2					
(Se muestra sólo las que resultaron significativas; $p < 0,05$ )					
VARIABLES	Torque de inserción	ISQ Quirúrgico Mesiodistal	ISQ Quirúrgico VestibuloPalatino	ISQ Previo a carga Mesiodistal	ISQ Previo a carga VestibuloPalatino
<b>Género</b>					
<b>Edad</b>					
<b>Localización</b>					
<b>Longitud</b>					
<b>Diámetro</b>					
<b>Torque de inserción</b>	No procede				
<b>ISQ Quirúrgico Mesiodistal</b>	Ya valorado	No procede	Cp 0,729; $p < 0,01$	Cp 0,742; $p < 0,01$	
<b>ISQ Quirúrgico VestibuloPalatino</b>	Ya valorado	Ya valorado	No procede		Cp 0,818; $p < 0,05$ rS 0,857; $p < 0,01$

Cp= Correlación de Pearson; rS= Correlación de Spearman.

Tabla nº 30.  
Estadísticos de correlación bivariable del grupo control 2.



### 2.1.1.4.- GRUPO EXPERIMENTAL.

#### A) BIVARIABLE COMÚN.

ESTADÍSTICA BIVARIABLE DEL GRUPO EXPERIMENTAL					
(Se muestra sólo las que resultaron significativas; p<0,05)					
VARIABLES	Torque de inserción	ISQ Quirúrgico Mesiodistal	ISQ Quirúrgico VestibuloPalatino	ISQ Previo a carga Mesiodistal	ISQ Previo a carga VestibuloPalatino
<b>Género</b>		Cp 0,483; p<0,05 rS 0,424; p<0,05	Cp 0,512; p<0,05		
<b>Edad</b>	Cp 0,822; p<0,01 rS 0,895; p<0,01	Cp 0,742; p<0,01 rS 0,681; p<0,01	Cp 0,706; p<0,01 rS 0,665; p<0,01	Cp 0,748; p<0,01 rS 0,665; p<0,01	Cp 0,420; p<0,05 rS 0,511; p<0,05
<b>Localización</b>					
<b>Longitud</b>					
<b>Diámetro</b>					
<b>Torque de inserción</b>	No procede	Cp 0,547; p<0,01 rS 0,540; p<0,01	Cp 0,475; p<0,05 rS 0,583; p<0,01	Cp 0,768; p<0,01 rS 0,795; p<0,01	Cp 0,490; p<0,05 rS 0,506; p<0,05
<b>ISQ Quirúrgico Mesiodistal</b>	Ya valorado	No procede	Cp 0,770; p<0,01 rS 0,703; p<0,01	Cp 0,652; p<0,01 rS 0,726; p<0,01	Cp 0,726; p<0,01
<b>ISQ Quirúrgico VestibuloPalatino</b>	Ya valorado	Ya valorado	No procede	Cp 0,608; p<0,01 rS 0,778; p<0,01	Cp 0,818; p<0,05 rS 0,857; p<0,01

Cp= Correlación de Pearson; rS= Correlación de Spearman.

Tabla nº 31.

Estadísticos de correlación bivariable del grupo experimental.

#### B) LAS ÁREAS AUMENTADAS CON EL INJERTO DE RAMA ATORNILLADO.

Localización	Área (mm <sup>2</sup> )			
	Preinjerto	Preimplante	Diferencial	Ganancia ósea respecto preinjerto (%)
Molar	55,77	65,33	9,56	17,14
Molar	87,10	103,52	16,42	18,85
Molar	56,02	74,26	18,24	32,56
Molar	75,30	98,40	23,10	30,68
Molar	80,55	107,52	26,97	33,48
Molar	56,20	84,47	28,27	50,30
Molar	59,05	94,34	35,29	59,76
Molar	122,75	160,00	37,25	30,35
Molar	120,16	165,90	45,74	38,07
Molar	52,89	109,19	56,30	106,45
Premolar	58,84	90,61	31,77	53,99
Premolar	43,91	87,45	43,54	99,16
Premolar	61,31	106,08	44,77	73,02
Premolar	71,87	124,39	52,52	73,08
Premolar	29,59	97,01	67,42	227,85
Premolar	46,35	125,61	79,26	171,00

Tabla nº 32.

Área ósea en los casos de injertos de rama con técnicas de tunelización según localización anatómica de menor a mayor en cada subgrupo, con su diferencial y porcentaje de ganancia ósea respecto al área preinjerto.

En el grupo experimental, estudiamos también la cantidad de hueso regenerado sólo con la técnica de injerto de rama, mediante la valoración de las áreas óseas entorno de los implantes insertos en dichas áreas y expresado en milímetros cuadrados.

Comparamos el sector de implantes alojados en premolares y los de molares y estudiamos tanto sus diferencias absolutas entre el área preinjerto y el área preimplante, así como el porcentaje de ganancia ósea en uno y otro caso respecto del área de hueso preexistente.

Tanto los valores absolutos de ganancia, como si los expresamos con porcentajes de hueso ganando respecto del que partíamos, son muestras con distribución normal ( $p < 0,05$  y  $p < 0,01$ , respectivamente) [ $F_s < F_{0,01}(5,9) \rightarrow 1,49 < 4,77$ ;  $F_s < F_{0,05}(5,9) \rightarrow 6,86 < 10,2$ ].

Comparadas ahora el valor absoluto de ganancia ósea entre el sector premolar y molar es significativo para  $p < 0,05$  ( $t_s > t_{0,05}(14) \rightarrow 2,89 > 2,97$ ). Igualmente lo es el porcentaje de ganancia  $p < 0,05$  ( $t_s > t_{0,05}(14) \rightarrow 2,75 > 2,14$ ).

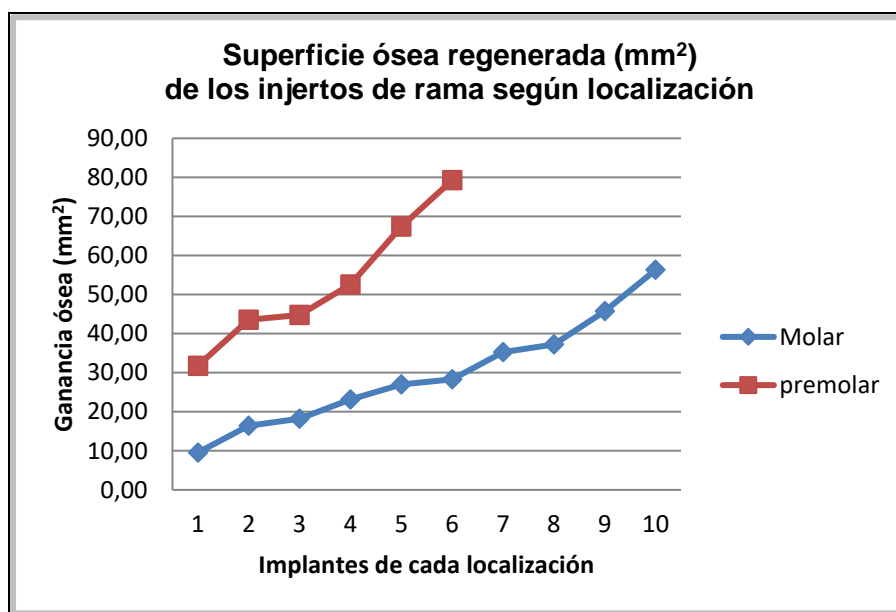


Gráfico nº 6.  
Superficie ósea regenerada en mm<sup>2</sup> de los injertos de rama según localización anatómica considerando sólo los de sectores posterolaterales.

Hay una correlación estadísticamente significativa entre el área preinjerto y el área preimplante (Pearson 0,739;  $p < 0,01$ ). Cuanto menor es el área de partida mayor es el porcentaje de volumen regenerado.

**GRUPO EXPERIMENTAL  
SUBGRUPO INJERTO DE RAMA**

**Objetivo: Área ósea preinjerto (mm<sup>2</sup>)**

Se visualizan los gráficos de medias estimadas para los diez principales efectos significativos ( $p < .05$ ).

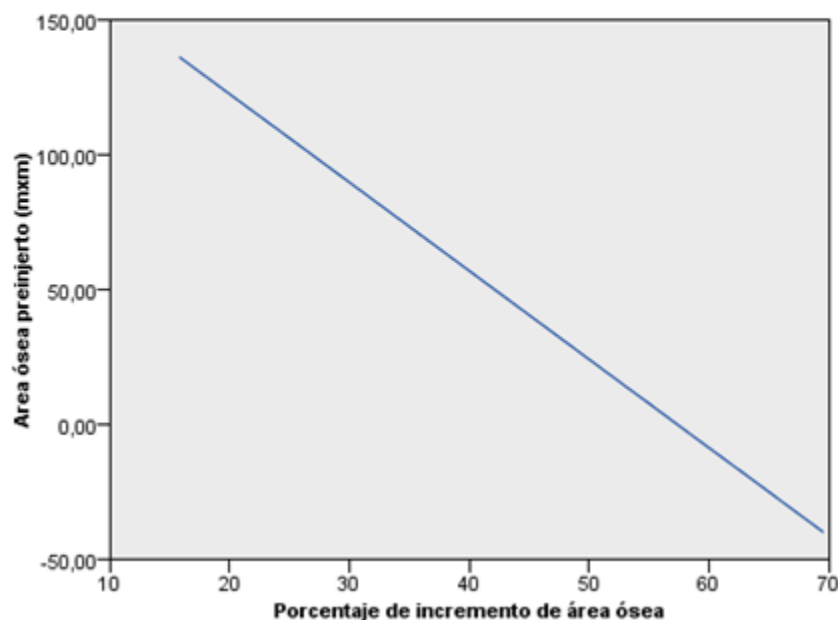


Gráfico nº 7.  
Superficie ósea regenerada en mm<sup>2</sup> de los injertos de rama y el porcentaje de incremento de área ósea.

## 2.2. RESULTADOS BIVARIABLE INTERGRUPOS.

### 2.2.1. VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES.

Valor de p por variables y grupos	Experimental	Experimental	Experimental 2	Control 0
	Control 0	Control 1	Control 2	Control 1
Edad	0,659	0,023	0,368	0,005
Género	0,400	0,692	0,570	0,213
Localización	0,603	0,769	No procede	0,452

Tabla nº 33  
Valores de p de las comparaciones entre los grupos de las variables edad, género y localización del implante.

### 2.2.2. VALORACIÓN DE LOS INJERTOS DEL SENO MAXILAR.

Comparadas las áreas obtenidas tras los injertos laterales del seno maxilar en el grupo control 2 (con colgajo mediocrestal) y los del grupo experimental (con técnica de tunelización), tanto en los valores absolutos de ganancia ósea como el porcentaje de la misma referido a la cantidad ósea de partida son estadísticamente no

significativos para  $p < 0,05$  y  $p < 0,01$ , luego permite la comparación paramétrica. [ $F_s < F_{0,05} (7,3) \rightarrow 0,08 < 8,89$ ;  $F_s < F_{0,05} (7,3) \rightarrow 1,57 < 8,89$ ].

Comparadas ahora el valor absoluto de ganancia ósea entre las dos técnicas, en valor absoluto y porcentaje, ninguna resulta significativa para  $p < 0,05$  [ $t_s > t_{0,05} (10) \rightarrow 0,08 > 2,22$ ;  $t_s > t_{0,05} (10) \rightarrow 0,02 > 2,22$ ].

Hay una correlación entre la superficie de partida y la superficie obtenida en los casos de injerto lateral del seno maxilar (control 2) (Rho de Spearman 0,738;  $p < 0,05$ ).

**GRUPO CONTROL**  
**SUBGRUPO ELEVACIÓN SENO MAXILAR**

**Objetivo: Área ósea preinjerto (mxm)**

Se visualizan los gráficos de medias estimadas para los diez principales efectos significativos ( $p < 0,05$ ).

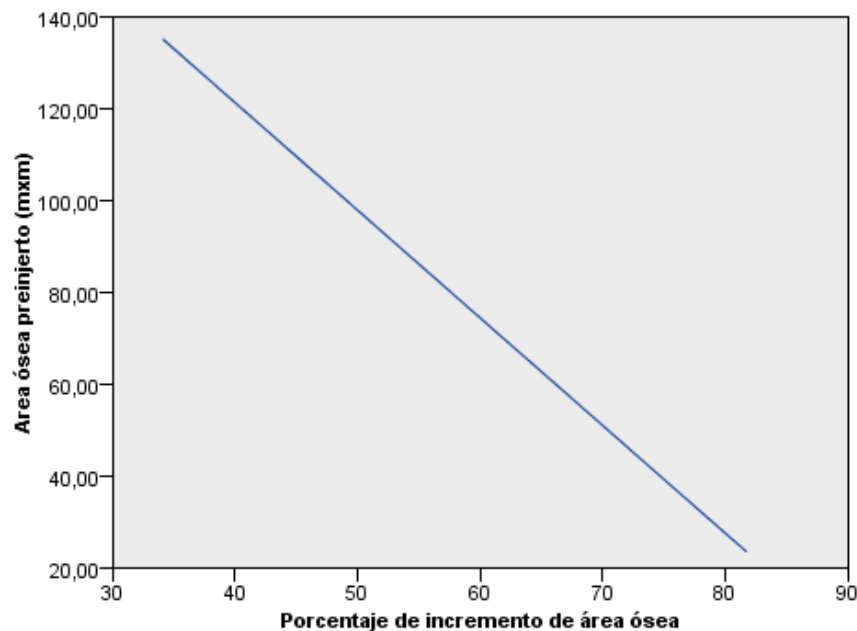


Gráfico nº 8.

Superficie ósea regenerada en  $\text{mm}^2$  de los injertos laterales del seno maxilar y el porcentaje de incremento de área ósea.

Valor de p por variables y grupos	Experimental	Experimental	Experimental 2	Control 0
	Control 0	Control 1	Control 2	Control 1
Área ósea preinjerto	No procede	No procede	0,028	No procede
Área ósea preimplantaria	No procede	No procede	0,730	No procede
Incremento de área ósea	No procede	No procede	0,683	No procede

Tabla nº 34.

Valores de p de las comparaciones entre los grupos con elevación del seno maxilar con técnica convencional (grupo control 2) y con tunelización (grupo experimental 2).

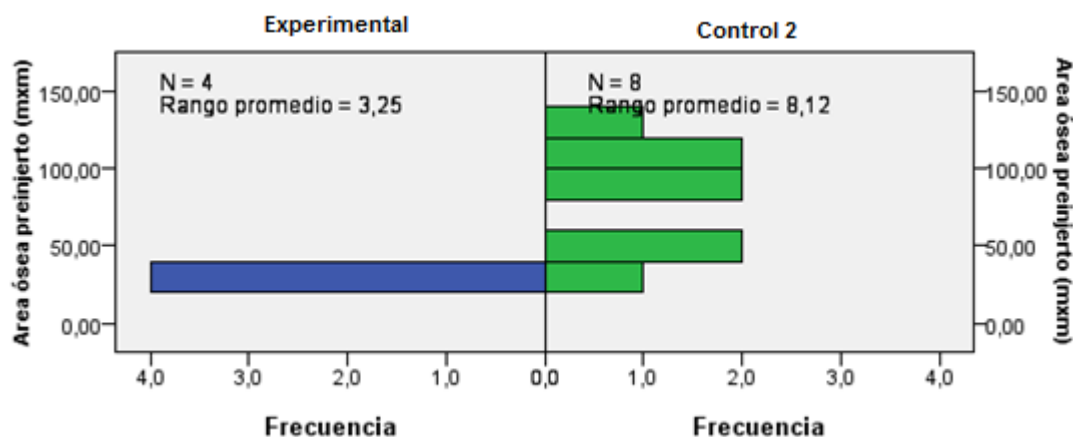


Gráfico nº 9.  
Distribución del área ósea preinjerto en los grupos (experimental 2 y control 2) con injerto lateral del seno maxilar ( $p=0,028$ )

### 2.2.3. VALORACIÓN DE LAS HIPÓTESIS.

#### HIPÓTESIS 1.

#### CARACTERÍSTICAS MÉTRICAS DE LOS IMPLANTES SITUADOS EN ÁREAS INJERTADAS E INDEMNES.

Valor de p por variables y grupos	Experimental	Experimental	Experimental 2	Control 0
	Control 0	Control 1	Control 2	Control 1
Longitud	0,310	0,667	0,368	0,202
Diámetro	0,078	0,448	0,570	0,815

Tabla nº 35.  
Valores de p de las comparaciones entre los grupos según características físicas de los implantes.

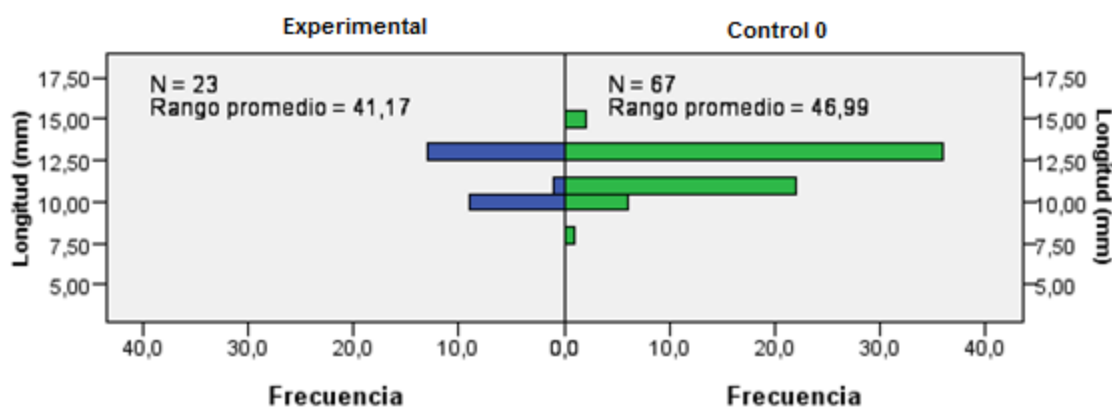


Gráfico nº 10.  
Distribución de la longitud de implante en el grupo experimental y en el grupo control 0.

## HIPÓTESIS 2.

### **CARACTERÍSTICAS QUIRÚRGICAS DE LOS IMPLANTES SITUADOS EN ÁREAS INJERTADAS E INDEMNES.**

Valor de p por variables y grupos	Experimental	Experimental	Experimental 2	Control 0
	Control 0	Control 1	Control 2	Control 1
Torque de inserción	0,239	0,126	0,368	0,303
ISQ quirúrgico mesiodistal	0,051	0,563	0,933	0,334
ISQ quirúrgico vestibulopalatino	0,714	0,658	0,073	0,521

Tabla nº 36.

Valores de p de las comparaciones entre los grupos según características quirúrgicas de los implantes (torque de inserción y valor ISQ).

## HIPÓTESIS 3.

### **ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE RESONANCIA PREVIO A LA CARGA DE LOS IMPLANTES SITUADOS EN ÁREAS INJERTADAS E INDEMNES.**

ISQ precarga por eje (valor de p)	Experimental	Experimental	Experimental 2	Control 0
	Control 0	Control 1	Control 2	Control 1
Mesiodistal	0,011	0,154	0,368	0,825
Vestibulopalatino	0,149	0,341	0,570	0,654

Tabla nº 37.

Valores de p asignados a las variaciones de ISQ mesiodistal y vestibulopalatino en el momento previo a la carga de los implantes en cada grupo de estudio.

Control 0 Valor de p				ISQ	
				Previo a carga	
				md	vp
ISQ	quirúrgico	md	0,000		
		vp		0,000	

Control 1 Valor de p				ISQ	
				Previo a carga	
				md	vp
ISQ	quirúrgico	md	0,001		
		vp		0,01	

Control 2 Valor de p				ISQ	
				Previo a carga	
				md	vp
ISQ	quirúrgico	md	0,09		
		vp		0,17	

Experimental Valor de p				ISQ	
				Previo a carga	
				md	vp
ISQ	quirúrgico	md	0,194		
		vp		0,47	

Tabla nº 38.

Valores de p asignados a las variaciones de ISQ mesiodistal (md) y vestibulopalatino (vp) en el momento de la cirugía hasta el previo a la carga de los implantes en cada grupo de estudio.

Evolutivo ISQ (valores de p)	Experimental	Experimental	Experimental 2	Control 0
	Control 0	Control 1	Control 2	Control 1
Mesiodistal	0,625	0,085	0,167	0,102
Vestibulopalatino	0,548	0,524	0,368	0,747

Tabla nº 39.

Valores de p asignados a las variaciones de ISQ mesiodistal y vestibulopalatino (Evolutivo ISQ) en el momento de la cirugía hasta el previo a la carga de los implantes entre grupos.

#### HIPÓTESIS 4.

#### **SUPERVIVENCIA PREVIO A LA CARGA DE LOS IMPLANTES SITUADOS EN ÁREAS INJERTADAS E INDEMNES.**

Grupo	Nº implantes	Implantes perdidos		Total	Perdidos (%)	Éxito (%)	Valor p
		< 1 mes	>1 mes				
Control 0	67	3	0	3	4,47	95,50	0,508
Control 1	20	0	0	0	0,00	100,00	-----
Control 2	8	0	0	0	0,00	100,00	-----
Experimental	23	0	1	1	4,34	95,66	0,508
Total	131	3	1	4	3,05	96,94	-----

Tabla nº 40.

Cuadro resumen de la supervivencia hasta el momento de la carga de los implantes por grupos y su significación.

El implante que se perdió en el grupo casos fue el distal en una paciente que también se le hizo un injerto del seno maxilar. El implante se integró sin problemas, pero en la espera de ser cargado, mientras se osteointegraban otros, se expusieron las dos espiras vestibulares coroneales, sin que fuésemos capaces de regenerar esa área, por lo que se decidió finalmente su retirada con trefina y contrarrosca ya que el caso se podía resolver sin problemas con los otros implantes.



Imagen nº 2.  
Implantes osteointegrado retirado.

## **Complicaciones.**

A parte de las pérdidas de los implantes descritas anteriormente, las complicaciones se describen a continuación.

### Áreas donantes.

En los pacientes con toma de injerto de rama en todos se produjo una tumefacción de la zona donante según refirieron los pacientes al ser preguntados. En ninguna se mantuvo al cabo de los siete días, momento en que se retiraron las suturas. Sin embargo, en todos se observó una reacción periosteal notable al explorar la zona.

No hubo trismus que se mantuvieran a la semana; sin embargo, tres pacientes sí refirieron haberlo tenido y todos tenían una limitación a la apertura que desapareció en los días siguientes.

En dos pacientes hubo hematomas locales cervicales que se extendieron por el *platysma colli*. Las dos eran mujeres. Una de ellas contaba con más de setenta años y la otra se trataba de una paciente más joven (56 años), pero que toma habitualmente anticoagulantes orales (Sintrom®) por un cuadro de tromboembolismo pulmonar al que, tras los seis meses iniciales de anticoagulación y haber suspendido esta, tuvo un nuevo episodio de tromboembolismo, en este caso venoso profundo en miembro inferior, por lo que, por indicación de su hematólogo, permanecía permanentemente anticoagulada. Dado pues que esta circunstancia hematológica era permanente, se optó por hacer reversiones de la misma con heparinas de bajo peso molecular (Clexane® 40 mg) por vía subcutánea y control de INR. Esta paciente, en una de las intervenciones, no obtuvo el rango óptimo (entre 2 y 3) y se suspendió la misma.

Un paciente tuvo, de modo diferido (cuatro semanas después de la cirugía), una infección local en el área del punto de sutura más coronal y mesial de la zona donante. Explorada esta zona se drenó manualmente y cedió con el empleo de clorhexidina 0,2% local y amoxicilina-clavulánico 500/125 mg a razón de un comprimido cada ocho horas durante una semana *per os*.

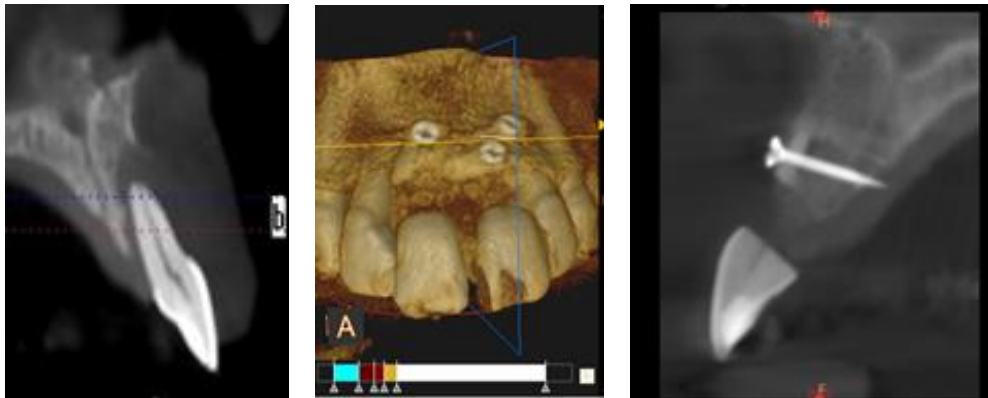
No tuvimos lesión neurológica alguna.

### Áreas receptoras.

En la paciente que recibió el injerto en el sector anterior, se realizó este a través de los alveolos de la exodoncia recién efectuada de los incisivos centrales superiores, que estaba indicada por una periodontitis terminal localizada diagnosticada años antes. En esta paciente se retiró el abundantísimo tejido de granulación con sumo cuidado de no perforar el mucoperiostio, que estaba muy friable. Esta paciente



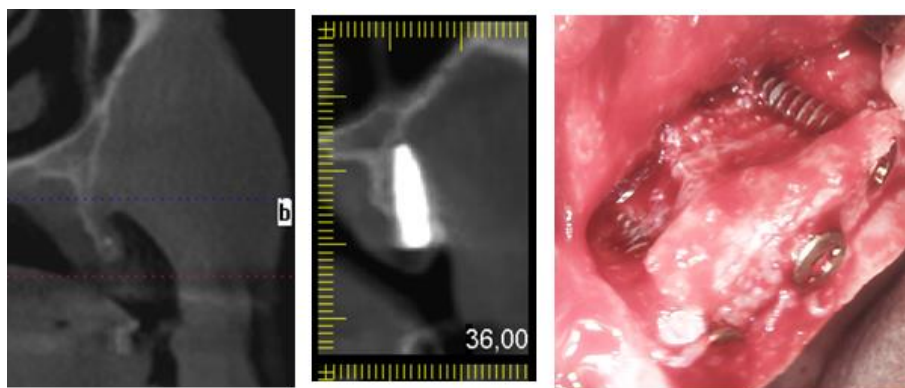
tuvo un hematoma intrabucal en la mucosa vestibular del sector quirúrgico y en la superficie oral del labio superior.



Imágenes nº 3.

Sección coronoapical del sector a injertar a la izquierda. En el centro, reconstrucción tridimensional del área injertada previa a la colocación de implantes y; a la derecha, la imagen transversal del injerto con el tornillo de osteosíntesis.

Una paciente, en la exploración previa a la cirugía para descubrir los implantes alojados en el hueso injertado, observamos el poco grosor en la zona apical del implante distal de los tres, por lo que, se solicitó una prueba de imagen, en la que se pudo observar la ausencia de pared ósea vestibuloapical en la zona precitada. Por ello se optó, en lugar de hacer la cirugía habitual sin colgajo para poner los tornillos de cicatrización, por abrir un colgajo exploratorio con incisión mediocrestal, descubriendo el referido defecto y otro, de menor tamaño en el implante proximal, que se cubrieron con xenoinjerto de hueso bovino desproteinizado (DBBM) (BioOss®, Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Suiza). El caso se resolvió sin más incidentes.



Imágenes nº 4.

Sección coronoapical del sector a injertar (a la izquierda). En el centro, la misma zona con el implante alojado y ya osteoingrado, sin que podamos distinguir tabla ósea vestibular apical al implante. A la derecha, imagen quirúrgica del defecto.



Imagen nº 5.

El mismo paciente de las imágenes previas (nº 4) en la fase de prueba de estructura. En el ángulo inferior izquierdo se ve el muñón de uno de los implantes contralaterales sobre hueso indemne.

No se produjeron complicaciones reseñables en los pacientes con injerto del seno maxilar, ni en los experimentales ni en los controles.

## DISCUSIÓN

Llegado el momento de contrastar nuestros resultados con los de otros colegas nos hemos encontrado con la dificultad de que no haber localizado trabajos iguales en la literatura. De ahí que las comparativas sean de parte y no del todo, como sería de desear.

Por otro lado, el nuestro, si bien cuenta con una casuística total superior al centenar de implantes -que no se ven en bastantes trabajos-, sí es cierto que, al hacer las diferentes divisiones para los estudios comparados entre los grupos y subgrupos, resultan muestras en ocasiones reducidas, lo que obligará en los estudios estadísticos a usar las pruebas no paramétricas en la mayor parte de los cálculos y sus conclusiones tendrán su limitación por ello. Es importante hacer ver esta consideración al inicio de la discusión dada su trascendencia.

En cualquier caso, esa subdivisión que actúa en nuestra contra en el aspecto precitado, creemos que es muy positiva en su conjunto, por cuanto podemos ofrecer resultados altamente específicos, al comparar intervenciones con incisiones tradicionales a las realizadas con tunelización, a diferencia de otros estudios en que sus muestras amalgaman tipos de injerto, localizaciones, etcétera, dando resultados poco específicos, como ha sido puesto de manifiesto en las revisiones consultadas. Debemos igualmente señalar, siguiendo a Calatayud <sup>(164)</sup>, que con tamaños pequeños los test estadísticos acomodan muchos no significativos, por ello en estas circunstancias un significativo, que siempre es un verdadero significativo, es más genuino en estos casos de tamaños pequeños valga la expresión (sic).

### **Edad, género y localización.**

Los casos que se presentan son todos consecutivos. La eliminación de los pacientes que actúan como control con edades fuera de la media y dos desviaciones estándar respecto del grupo experimental, permite una distribución más homogénea de este factor. Sin embargo, y a pesar de este intento de igualar las muestras se han establecido diferencias estadísticamente significativas con el grupo control 1 y la edad respecto de los otros.

La distribución por género y la de localización anatómica de los implantes, no muestran diferencias significativas entre los grupos de control y el experimental. Se indican estos parámetros expresamente porque se han hallado en la literatura como factores de variabilidad de la estabilidad primaria <sup>(29,132,133)</sup> y, por tanto, en las

mediciones básicas efectuadas, el valor ISQ y el torque de inserción. La ausencia de significación entre esos grupos en estas variables sustenta la uniformidad de las muestras. Si bien hallamos en todos los estudios los estadísticos etarios y de género, no son muchos los que explicitan los sectores anatómicos de localización de los implantes dentro de cada arcada; sin olvidar que el nuestro se circunscribe al maxilar.

### **Torque de inserción.**

El torque de inserción en nuestro estudio es sólo un registro orientativo, ya que su método de obtención es muy rudimentario en comparación a esos otros procedimientos con motores diseñados para ello <sup>(138)</sup>.

En cualquier caso, no hay diferencias entre el torque de inserción de los diferentes grupos entre sí, ni con el grupo experimental. Cabe distinguir, sin embargo, que el valor medio de los injertos de rama es parejo al del seno maxilar, y ambos inferiores al hueso indemne, lo que hablaría de una menor densidad en los huesos injertados, aunque sin significación estadística.

En todos los grupos sus medias son inferiores al de otros trabajos publicados para implantes rectos e inclinados <sup>(52)</sup> –aunque siempre sobre hueso sano- lo que sugiere también que hay un factor que depende del operador.

En ese supuesto, el hueso indemne antes de la implantación, aparecen pequeñas o medianamente aceptables correlaciones con significación referidas al género (mayor en mujeres) y al diámetro (mayor cuanto más diámetro) y sobre todo con los valores ISQ tanto quirúrgico como previo a la carga en ambos ejes. Esta correlación positiva entre el torque de inserción y el valor ISQ ha sido descrita en un modelo animal <sup>(151)</sup>, pero ha sido muy débil en estudios en humanos <sup>(167)</sup>.

Estas correlaciones entre el torque de inserción y los valores ISQ las vemos también en el hueso injertado de rama por vía tunelización, lo que apoya nuestra hipótesis. Sin embargo, otros no encuentran estas diferencias con el torque <sup>(146)</sup>; en el extremo opuesto estarían los que encuentran relaciones estrechas entre el torque, el valor ISQ y la densidad ósea <sup>(150,152)</sup>.

Sin embargo, no sabemos justificar la aceptable correlación entre el torque de inserción y la edad en el caso de injertos preimplantarios no de rama (grupo control 1) y los de esta (experimental), aunque podría estar en relación con la distribución significativa para la edad del primero y la influencia de los valores extremos en el segundo, como luego también veremos en el ISQ, con un número reducido de sujetos en las muestras.

Los valores medios del torque de inserción de todos los grupos estarían en el rango de lo publicado para hueso sano <sup>(140)</sup>.

### **Valores ISQ**

Los valores de análisis de frecuencia de resonancia se dan como valores ISQ y no en hercios o sus múltiplos <sup>(132,159)</sup>. Este proceder es habitual en las publicaciones a raíz de que se describiera este parámetro. No lo es tanto la referencia a la doble lectura en ejes perpendiculares entre sí, pues hay publicaciones que sólo dan una lectura, o bien una sola lectura como razón de los valores ISQ mesiodistales y vestibulopalatino, a lo que llaman “unidades ISQ” <sup>(33)</sup>. Creemos más preciso el referir los valores de ambos ejes, si bien, duplica los cálculos. Tampoco hemos entendido necesario hacer varias lecturas del mismo implante y en el mismo eje, ya que ha quedado acreditada la reproducibilidad de las mediciones <sup>(31)</sup>.

#### *Valores de ISQ según edad y género.*

Las correlaciones entre el valor ISQ y el género o la edad que otros han descrito con marcada tendencia nosotros apenas las hemos encontrado. De hecho, en el hueso indemne, que es el grupo más amplio y sin manipulación salvo la lógica del implante, la correlación es inexistente

Hemos de señalar, sin embargo, que sí se han encontrado correlaciones significativas en el grupo experimental para la variable género, siendo mayor en las mujeres, como describen quienes hallan esta diferencia <sup>(160)</sup>, pero apenas es una tendencia tanto en la medición mesiodistal (Pearson=0,483 para  $p<0,05$ ) como en la vestibulopalatina (Pearson=0,512 para  $p<0,05$ ). Es posible que este dato se vea influido por el tamaño muestral.

Donde sí han aparecido aceptables significaciones (Pearson>0,7 con  $p<0,01$ ) han sido en el grupo experimental y la edad para ISQ, tanto quirúrgico en ambos ejes, como el previo a la carga en el mesiodistal. Esta correlación, que no ha aparecido en el grupo control 0, nos hace pensar que la explicación podría descansar en que debido al reducido número de casos, los pacientes más longevos si tienen un buen ISQ, inclinan el cálculo a su favor; como es nuestro caso, que el paciente de más edad da los valores más altos, llegando incluso a 80, en tanto que el más joven, un desdentado de muy larga evolución a pesar de su edad y, por tanto, con un hueso más poroso, da los valores más bajos.

#### *Valores de ISQ según localización.*

La distribución por localización anatómica es similar a otros artículos publicados <sup>(147)</sup>.

Se ha publicado que los valores de ISQ se pueden modificar en función de la localización de los implantes <sup>(33)</sup>. Sin embargo, la mayor parte de esos trabajos hablan de las diferencias entre el maxilar y la mandíbula <sup>(84)</sup>. Nosotros, en nuestro estudio, al estar limitados al maxilar, no hemos encontrado correlaciones entre los valores de ISQ y la localización, en ninguno de los grupos considerados. Recordemos que hay trabajos donde se agrupan las densidades (D1 junto a D2; y D3 con D4) para hacer las valoraciones y sí encuentran diferencias. Estaríamos nosotros en localizar diferencias en densidades muy parejas (sólo maxilar: D3 y D4).

#### *Valores de ISQ según las características físicas de los implantes.*

Se han descrito variaciones en el ISQ relacionadas con las características físicas de los implantes como longitud, diámetro y morfología <sup>(146)</sup>; incluso el tratamiento de superficie, que afectaría a su osteointegración y, por ende, al valor ISQ previo a la carga.

Nosotros hemos evaluado la longitud y el diámetro sin haber encontrado significación sustantiva. Solamente en el caso del hueso indemne hemos encontrado variaciones en el ISQ quirúrgico y previo a la carga en todos los ejes de medición (menos en el quirúrgico vestíbulo-palatino). Sin embargo, los valores obtenidos de correlación son muy bajos como para tenerlos en consideración, aunque sí quieren apuntar esa tendencia de cuanto mayor longitud y diámetro, mayor valor ISQ. Esta relación con la longitud sí se ha referido por otros autores con los mismos implantes <sup>(165)</sup>.

Nuestros datos estarían en línea con algunos autores <sup>(166)</sup>, pero opuestos a otros, destacando en ellos Degidi <sup>(164)</sup> pues usa los mismos implantes que nosotros, lo que nos hace iguales en su morfología macro y microscópica.

#### *Valores de ISQ según los ejes de medición.*

Los valores medios de ISQ en los grupos control entre si y el experimental son equiparables y sin diferencias entre ellos, lo cual apunta a alguna de las consideraciones del presente trabajo, que es la equivalencia de las propiedades del hueso regenerado con la técnica descrita. Dichos valores medios son superiores a unas series y equivalentes a otras. Dado que este es un parámetro que se relaciona con las características del implante y las quirúrgicas, de estas, nuestro trabajo cuenta

con la ventaja de que ha sido siempre el mismo profesional el que actúa de cirujano, con lo que cobra valor ese dato.

Llamamos la atención que en cualquiera de los grupos los valores medios son siempre más altos en el eje mesiodistal que en el vestibulopalatino. Estos datos están en línea con los trabajos publicados <sup>(155)</sup>, aunque sin llegar a las diferencias publicadas por otros <sup>(144)</sup>. Sin embargo, no todos los autores encuentran esas diferencias <sup>(156,157)</sup>. Por otra parte, el que en el grupo casos, en ambos ejes, pero más si cabe en el vestíbulo-lingual, que es el que más se regenera al tratarse de aumentos horizontales, de cifras equiparables a las del hueso indemne nos señala a lo referido anteriormente de la bondad de dicho hueso injertado con las técnicas de tunelización.

Además, hay una relación muy alta en todos los grupos que también hemos encontrado en la literatura en el sentido de que cuanto mayor es el valor ISQ en un eje, mayor es en el otro.

*Valores de ISQ según el evolutivo del mismo (quirúrgico y previo a la carga).*

Igualmente, en todos los grupos aumentan los valores ISQ tras la osteointegración. Son muchos los artículos en este sentido. La mayor parte de los que miden antes y después lo hacen en los mismos momentos que en nuestro trabajo, si bien, hay artículos cuyo objetivo es ver el evolutivo del valor ISQ durante la osteointegración o en la postcarga. De estos primeros los hay que miden semanalmente el ISQ desde la cirugía hasta la carga, hallándose que hay un gradiente positivo con el paso del tiempo hasta las ocho semanas aproximadamente, con una caída sobre las cuatro semanas, achacable a la fase de remodelación ósea <sup>(30,131,145)</sup>. Ese dato no ha sido registrado por no ser ese nuestro objetivo.

El evolutivo del valor ISQ, esto es, el diferencial de esta variable en el momento de la cirugía y en el previo a la carga se evaluó dentro de cada grupo, encontrando diferencias significativas en el caso del hueso indemne y en el de los injertos preimplante convencionales en ambos ejes, no así en los grupos control 2 ni en el experimental. Estos resultados estarían en la línea de lo publicado por cuanto según aumenta el valor de ISQ quirúrgico aumenta el previo a la carga <sup>(84,131)</sup>. No encontrar esa relación en los casos de injerto, tanto el de objeto de estudio como en los grupos control de injerto sin técnica de tunelización (la comparativa sería realmente hueso injertado –sin relación a la técnica- frente a hueso indemne) quizá nos habla en el sentido que el hueso en contacto con el implante sea menor en el caso del injerto. Recuérdese que los valores medios de ISQ, tanto preimplante como previo a la carga, se van reduciendo a medida que el injerto es más complejo, así como los valores de sus diferencias respectivas. Cabe, por tanto, considerar que la densidad ósea y el

contacto implante hueso (el llamado BIC en acrónimo anglosajón) que son algunos de los factores a tener en cuenta en la estabilidad primaria y secundaria –y por tanto, detectables por el valor ISQ- sean menores en el hueso injertado, tanto más en injertos en bloque como es el caso, pues se ha descrito una menor asimilación del mismo frente al particulado <sup>(84)</sup>. Abunda en este concepto el trabajo en animales de experimentación de Fenner <sup>(159)</sup>, que encuentra cambios en el valor ISQ si el injerto se deja integrar que si se hace a la vez que aquel que el implante (en cuyo caso el ISQ es menor).

Como en otros trabajos, cuando mayor es el valor en la cirugía menos diferencia se produce con ese valor en el momento previo a la carga, esto es, lo ya señalado en el sentido de que los valores tienden a uniformizarse una vez el implante se ha osteointegrado. Por ello, los valores de ISQ muy altos en la cirugía no siguen ascendiendo en el momento previo a la carga proporcionalmente a como lo hacen los valores más bajos en la cirugía, que subirán más. De ahí la importancia, no ya de un valor aislado, sino del evolutivo del mismo.

Sin embargo, cuando se estudiaron las significaciones no ya intragrupo sino intergrupo, no se halló significación alguna; esto es, no encontramos diferencias en el comportamiento evolutivo del ISQ (preimplante / previo a la carga) entre el hueso indemne y los otros grupos de control, ni aún entre los grupos de control entre sí.

Por todo lo expuesto, podemos deducir que, aunque en el hueso indemne sí se detecta una diferencia estadísticamente significativa en el valor ISQ, esta no es tal si lo comparamos con el hueso injertado con las técnicas de tunelización.

Otros autores tampoco hallaron diferencias en el ISQ entre hueso injertado y nativo <sup>(30)</sup>.

## **Áreas regeneradas.**

### *Preliminar.*

Normalmente los estudios para valorar el área regenerada en procedimientos de aumento lo hacen con métodos tan dispares como un modesto calibre o tan sofisticados como un escáner con programas informáticos de determinación de volumen.

La bondad del sistema de medición con calibre es su propia sencillez y que permite casi en cualquier medio disponer de ella <sup>(19)</sup>. Sin embargo, entendemos una desventaja grande en estos sistemas, ya que para poder medir convenientemente en la base maxilar regenerada hay que hacer despegamientos mucoperiósticos amplios en ese hueso repuesto, con la consiguiente pérdida de vascularización para él. Sólo hemos encontrado un estudio en los años recientes que emplee un sistema sencillo y



apenas invasivo, que es la medición en las secciones perpendiculares al plano oclusal de los modelos de escayola, como antaño se hacía.

Los sistemas que miden con escáner son, en este momento, los más sofisticados, con mediciones prácticamente automatizadas y de alta precisión. Sin embargo, no disponer de estos sistemas en todos los pacientes incluidos en el estudio, como es nuestro caso, establecería un sesgo innecesario.

Una solución alternativa a lo uno y lo otro, creemos haberla encontrado en la determinación del área regenerada en el implante, aunque no es original nuestro <sup>(101,112,146)</sup>. Dado que se ha de valorar el hueso disponible para determinar los implantes a alojar o las técnicas de aumento óseo en su caso, se cuenta siempre con un escáner preinjerto. Una vez hecho este y trascurrido el tiempo óptimo, se repite aquél, siendo ese escáner el que nos indicará la ganancia ósea obtenida. La localización del área a contrastar es cualquier sección en el espacio comprendido del injerto. Se seleccionó arbitrariamente la zona donde se alojaron los implantes por considerar que eran esas las que con mayor preeminencia se intentaría conseguir un injerto óptimo. El punto referencial de medida es alguno que no hubiera cambiado como son los dientes, proceder que ha sido empleado por otros <sup>(102)</sup>. Recordemos que a diferencia de los estudios en pacientes edéntulos donde las referencias son más complejas, en el nuestro, al ser pacientes parcialmente dentados con tres o cuatro ausencias dentarias, siempre podemos encontrar un diente próximo desde el que establecer la medición.

Las medidas de las áreas resultan automáticas, lo que abunda en su precisión y reproducibilidad.

Otros autores también evalúan las áreas antes y después <sup>(101,146)</sup>, hallando una correlación con los volúmenes de regeneración en el caso de la cicatrización de injertos de rama en el área donante <sup>(112)</sup>.

El área media regenerada en los procedimientos de tunelización fue de 50,70 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, este dato *per se* no nos dice nada, ya que por vía de la tunelización se realizaron dos procedimientos bien distintos, el injerto del seno maxilar por vía lateral y el injerto de rama en bloque. Obtendremos más información estudiando por separado ambos.

#### *Áreas en los casos de injerto del seno maxilar.*

La superficie obtenida tiene una media 111,23 mm<sup>2</sup> en los casos de injerto del seno maxilar de acceso lateral e incisión clásica supracrestal, en tanto que con las técnicas de tunelización la media fue de 113,77 mm<sup>2</sup>; esto es, algo más de un centímetro cuadrado, en cualquier caso, lo que supone volumen razonable para implantar en ambos.

Destacamos el hecho que, con la incisión tradicional, cuanto menor es la superficie inicial mayor es la ganancia obtenida, relación con significación estadística (Rho de Spearman=0,738;  $p<0,05$ ), lo que interpretamos en nuestro caso particular, como que el abordaje con atrofas maxilares mayores (menor superficie de inicio) es más sencillo que en los casos límite con otras técnicas implantológicas sin injertos.

Comparadas las áreas obtenidas con ambas incisiones (tradicional y por tunelización) tanto en valores absolutos como en porcentaje de ganancia ósea respecto de la de partida, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambas. Esta falta de significación apoya una de las hipótesis de nuestro estudio, la que se pueden conseguir similares ganancias óseas con las técnicas de tunelización, incluso en casos como los presentes en que se realiza a la par un injerto del seno maxilar por la incisión en túnel y un injerto de rama consecutivamente en el mismo tiempo quirúrgico, frente al caso de un injerto del seno maxilar tradicional únicamente.

Por último, destacamos el hallazgo de que las áreas óseas preinjerto en el caso de los injertos del seno con incisión tradicional son significativamente más bajas que las de los casos que se asocian a los injertos de rama. La explicación es que los injertos que se hacen asociados a los de rama son para pacientes con grados de atrofia maxilar en un momento evolutivo anterior que aquellos que necesitan sólo injertos del seno maxilar, en los que con frecuencia se asocia la pérdida horizontal y vertical de maxilar.

#### *Áreas en los casos de injertos de rama.*

La distribución de áreas óseas regeneradas en los casos de injerto atornillado de rama siguió la normalidad.

Se valoró, como en el caso de los injertos del seno maxilar, el porcentaje de área ósea regenerada respecto de la de partida, resultando igualmente significativo (Pearson=0,739;  $p<0,01$ ) que cuanto menor es el área de partida mayores incrementos relativos se producen. Se ha descrito que la ganancia ósea posible se relaciona, entre otros muchos factores, con la zona receptora, por cuanto sobrecorrecciones excesivas no dan mayores cantidades de hueso regenerado <sup>(7,9,110)</sup>. Por otra parte, y como acabamos de señalar en el apartado anterior, hay una situación del área receptora óptima para una técnica seleccionada concreta; cuanto más al límite se encuentre para poder aplicar otra, menos decisiva es la técnica primera. Esta aparente obviedad entendemos es de aplicación a cualquier procedimiento médico y quirúrgico.

El área media regenerada fue de 37,42 mm<sup>2</sup>. No podemos comparar esta cifra tal cual con la de otras publicaciones por no haber encontrado, como ya se dijo, este modo de analizar en la literatura. Sin embargo, es fácil deducir las cifras medias estimadas pues esa área media la podemos descomponer en sus multiplicandos. De las ilimitadas posibilidades que las matemáticas nos facilitan ofrecemos una razonable, 4,1 x 9,1 mm; esto es, unos cuatro milímetros de anchura por nueve de altura, que sí están en los valores más habituales de estos procedimientos. Estos datos están la línea de otros autores que analizan la regeneración horizontal, que cifran, en los casos sin usar membrana como el nuestro, en 4,5 mm de anchura <sup>(69)</sup>.

Otro dato de gran interés para nuestro trabajo fue la valoración del área regenerada en función de la localización de los implantes ulteriores. Se eliminó para estos cálculos los implantes del grupo incisivo-canino, resultando así que se valoraron premolares y molares; o lo que es lo mismo, la regeneración en proximal o distal respecto de la incisión de abordaje en la tunelización (que siempre es mesial, lógicamente). Pues bien, tanto en el caso de las ganancias absolutas ( $t_s > t_{0,05} (14) \rightarrow 2,89 > 2,97$ ), como en las porcentuales ( $t_s > t_{0,05} (14) \rightarrow 2,75 > 2,14$ ), ambas fueron diferencias estadísticamente significativas. En cualquier caso, siempre se consigue más hueso en la zona de premolares. La explicación no es otra que el abordaje: los casos tratados por nosotros con técnicas de tunelización en sectores posterolaterales permiten una mejor accesibilidad al lecho y quirúrgica en general, cuanto más cerca estemos de la apertura mucoperióstica, siendo más difícil el procedimiento cuanto más posterior y, por tanto, menos se regenera. Se podría pensar que hay un sesgo en este razonamiento y es el caso que los pacientes que necesitaron a la par injerto de rama y elevación del seno maxilar, en las zonas de elevación del seno no se hicieron injertos sobreextendidos; pero no es de aplicación, porque para los cálculos referidos en este apartado se consideraron solamente los injertos de rama estrictos.

### **Supervivencia de los implantes hasta la carga.**

Se estudió la supervivencia de los implantes hasta la carga protésica. Curiosamente el menor valor lo obtuvieron los implantes colocados en hueso indemne, con una supervivencia del 95,50 %, si bien hay que señalar que de los tres implantes que se perdieron, dos fueron en el mismo paciente y similar localización y tiempo quirúrgico. Se ha señalado por otros <sup>(23,97)</sup> un cúmulo de fracasos en pacientes concretos y más en mujeres <sup>(23)</sup>, como fue nuestro caso.

En los grupos de injertos previos convencionales y de injertos del seno maxilar no se perdió ningún implante (100%).

El implante que se perdió en el grupo experimental fue el distal en un caso de injerto del seno maxilar que previamente se había integrado. Esto dejó una tasa de éxito a la carga para este grupo de 95,66%.

En la literatura hemos hallado artículos que comparten estos resultados <sup>(4,100)</sup> pero no todos <sup>(2)</sup>. Destacamos el estudio de revisión sistemática sobre los injertos intrabuccales <sup>(51)</sup>, en los que la supervivencia en áreas injertadas fue de 96,9 a 100%. Por otra parte, no se han demostrado que los procedimientos de reconstrucción dentoalveolar sean, *per se*, un factor determinante e independiente para el fallo de los implantes <sup>(163)</sup>.

## **Complicaciones.**

### *Complicaciones de las áreas donantes.*

Las complicaciones que tuvimos referidas a las áreas donantes son similares a las descritas por otros profesionales. De hecho, se asimila esta cirugía de obtención de injerto de rama a la de exodoncia de un cordal impactado, por lo que cierta limitación funcional, tumefacción local o hematoma no son alarmantes.

En nuestro grupo experimental de pacientes tuvimos dos complicaciones hemorrágicas autolimitadas. Posiblemente la edad de una de ellas y la medicación que debía tomar la otra actuaron como factores coadyuvantes. Se han descrito complicaciones hemorrágicas en menos del 10% de los casos en la literatura <sup>(89,92)</sup>, siendo en nuestro caso mayor.

No tuvimos las complicaciones neurológicas descritas en la literatura <sup>(87)</sup>, si bien, nuestra muestra es menor. No obstante, este tipo de complicaciones en los injertos de rama es muy bajo (<5%) <sup>(51)</sup>.

El tratamiento tópico de la herida infectada es resolutorio salvo en fumadores <sup>(6,7,8,9)</sup>.

### *Complicaciones de las áreas receptoras.*

Las complicaciones descritas en las zonas receptoras tienen diferente naturaleza.

La del sector anterior, el hematoma local, tiene como factor primario las condiciones locales prequirúrgicas. Por mucho tratamiento descontaminante prequirúrgico que se llevó a cabo, no creemos posible conseguir un tejido blando sin inflamación en un caso de pérdida completa de la masa ósea peridentaria. La alternativa de exodoncia y ulterior reconstrucción en dos tiempos quirúrgicos creemos que hubiera creado un defecto no ya óseo sino también de partes blandas de difícil

resolución. Por ello se optó, previas explicaciones a la paciente del riesgo que se corría al alojar un injerto en esa zona receptora, a realizar el mismo.

La complicación de la reabsorción de injerto posterolateral creemos que debió tratarse de un problema de fijación del mismo. En este caso, hubimos de retirar los tornillos de osteosíntesis para labrar el neoalveolo. Es posible que en esa fase se produjera una dehiscencia entre el lecho y el injerto, complicación que ya ha sido descrita <sup>(6,7,8,9)</sup>, y que condujera a que, si bien los implantes se dispusieron con una buena estabilidad primaria (entre 72 y 75 para esos tres implantes), el injerto se reabsorbiera parcialmente. La sospecha clínica de problema óseo condujo a su detección y resolución. Se ha indicado que en casos como este en que se debe retirar todo el material de osteosíntesis para fresar el lecho implantario se debe insertar otro tornillo de osteosíntesis en áreas no comprometidas; pero nosotros no creímos disponer de esa zona extra.

### **Valoración de las hipótesis planteadas.**

#### **Hipótesis 1: Características métricas de los implantes.**

H<sub>0</sub>: Las características métricas de los implantes colocados en zonas injertadas con técnicas de tunelización son iguales a las de los implantes colocados en zonas indemnes.

H<sub>1</sub>: Las características métricas de los implantes colocados en zonas injertadas con técnicas de tunelización son diferentes a las de los implantes colocados en zonas indemnes.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los valores de longitud y diámetro entre el grupo injertado con técnicas de tunelización con los implantes colocados en hueso indemne. Tampoco con los implantes colocados en hueso injertado con incisiones habituales.

También se valoraron las posibles diferencias entre otros grupos incluidos en el estudio, aunque fuera de esta hipótesis, sin que se hallaran diferencias entre ellos.

Por tanto, podemos concluir que no se demostró H<sub>1</sub>; o lo que es lo mismo, no se han podido demostrar diferencias en la longitud o diámetro de los implantes alojados en hueso indemne (o con injertos previos con incisiones clásicas) respecto de los implantes colocados en hueso injertado a través de tunelización.

### **Hipótesis 2: Características quirúrgicas.**

H<sub>0</sub>: El torque de inserción y el análisis de frecuencia de resonancia quirúrgica son iguales en los implantes sobre hueso injertado con técnicas de tunelización a las de los implantes colocados en zonas indemnes.

H<sub>1</sub>: El torque de inserción y el análisis de frecuencia de resonancia quirúrgica son diferentes en los implantes sobre hueso injertado con técnicas de tunelización a las de los implantes colocados en zonas indemnes.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los valores de torque de inserción y de análisis de frecuencia de resonancia quirúrgica (valor ISQ) entre el grupo injertado con técnicas de tunelización con los implantes colocados en hueso indemne. Solo un parámetro (ISQ previo a la carga mesiodistal) estuvo al límite de la significación entre el hueso injertado con técnicas de tunelización y el hueso indemne. Con los implantes colocados en hueso injertado con incisiones habituales ni siquiera esa aproximación a la significación se halló.

También se valoraron las posibles diferencias entre otros grupos incluidos en el estudio, aunque fuera de esta hipótesis, sin que se hallaran diferencias entre ellos.

Por tanto, podemos concluir que no se demostró H<sub>1</sub>; o lo que es lo mismo, no se han podido demostrar diferencias significativas en los valores de torque de inserción y de análisis de frecuencia de resonancia quirúrgica (valor ISQ) de los implantes alojados en hueso indemne (o con injertos previos con incisiones clásicas) respecto de los implantes colocados en hueso injertado a través de tunelización.

### **Hipótesis 3: Evolución del implante.**

H<sub>0</sub>: El análisis de frecuencia de resonancia previo a la carga sufre las mismas variaciones en los implantes sobre hueso injertado con técnicas de tunelización que las de los implantes colocados en zonas indemnes.

H<sub>1</sub>: El análisis de frecuencia de resonancia previo a la carga no sufre las mismas variaciones en los implantes sobre hueso injertado con técnicas de tunelización que las de los implantes colocados en zonas indemnes.

Se ha encontrado una diferencia estadísticamente significativa en los valores del análisis de frecuencia de resonancia (valor ISQ) entre el grupo injertado con

técnicas de tunelización con los implantes colocados en hueso indemne (ISQ previo a la carga mesiodistal). Con los implantes colocados en hueso injertado con incisiones habituales ni siquiera esa diferencia se ha hallado.

También se valoraron las posibles diferencias entre otros grupos incluidos en el estudio, aunque fuera de esta hipótesis, sin que se hallaran diferencias entre ellos.

Por tanto, podemos concluir que, con la salvedad indicada previamente, no se demostrado  $H_1$ ; o lo que es lo mismo, no se han podido demostrar diferencias significativas en los valores de análisis de frecuencia de resonancia (valor ISQ) previo a la carga de los implantes alojados en hueso indemne (o con injertos previos con incisiones clásicas) respecto de los implantes colocados en hueso injertado a través de tunelización.

#### **Hipótesis 4: Supervivencia de los implantes.**

$H_0$ : Los implantes sobre hueso injertado con técnicas de tunelización tienen la misma supervivencia en el momento de la carga que la de los implantes colocados que sobre hueso indemne.

$H_1$ : Los implantes sobre hueso injertado con técnicas de tunelización no tienen la misma supervivencia en el momento de la carga que la de los implantes colocados que sobre hueso indemne.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia de los implantes a la carga entre el grupo injertado con técnicas de tunelización con los implantes colocados en hueso indemne. Con los implantes colocados en hueso injertado con incisiones habituales tampoco esa diferencia se halló.

También se valoraron las posibles diferencias entre otros grupos incluidos en el estudio, aunque fuera de esta hipótesis, sin que se hallaran diferencias entre ellos.

Por tanto, podemos concluir que, no se demostrado  $H_1$ ; o lo que es lo mismo, no se han podido demostrar diferencias significativas en la supervivencia en el momento de la carga de los implantes de los implantes alojados en hueso injertado (o con injertos previos con incisiones clásicas) respecto de los implantes colocados en hueso injertado a través de tunelización.





# CONCLUSIONES

Al igual que iniciáramos la discusión precedente, las conclusiones deben comenzar por hacerse sin perder el horizonte allí expuesto, en el sentido de que la subdivisión del total de los implantes de este estudio entre las diferentes variables a considerar limita la fuerza de las mismas. Sin olvidar este punto, podemos concluir que:

1.- Las características métricas (longitud y diámetro) de los implantes alojados en hueso regenerado con técnicas de tunelización son similares a los implantes colocados en hueso indemne.

2.- El torque de inserción de los implantes alojados en hueso regenerado con técnicas de tunelización es similar a los implantes colocados en hueso indemne.

3.- El análisis de frecuencia de resonancia quirúrgico (valor ISQ) de los implantes alojados en hueso regenerado con técnicas de tunelización es similar a los implantes colocados en hueso indemne, si bien en el eje mesiodistal rozó la significación ( $p=0,051$ ).

4.- El análisis de frecuencia de resonancia en el momento previo a la carga (valor ISQ) de los implantes alojados en hueso regenerado con técnicas de tunelización es similar a los implantes colocados en hueso indemne, excepto en el eje mesiodistal en que es mayor en el hueso indemne ( $p=0,011$ ).

5.- La supervivencia en el momento de la carga de los implantes en hueso injertado con técnicas de tunelización con los implantes colocados en hueso indemne es similar.

6.- En las técnicas quirúrgicas de injerto de rama alojado mediante tunelización en el maxilar se consigue mayor regeneración en la proximidad de la incisión.

La conclusión final es que la regeneración ósea horizontal de los maxilares atróficos mediante injerto de rama mandibular y técnicas quirúrgicas de tunelización para su rehabilitación con implantes dentales consigue un hueso similar al indemne.



## LIMITACIONES Y PROPUESTAS

Como ya ha sido indicado con anterioridad, hemos contado en este estudio con la limitación en el número de pacientes en algunos de los subgrupos. Obedece este hecho a que se seleccionan los pacientes que previamente han acudido de manera voluntaria a una consulta odontoestomatológica convencional.

Es posible que una casuística mayor nos hubiera permitido hacer un modelo de estudio diferente; por ejemplo, con aleatorización de la técnica de incisión entre clásica y por tunelización; aunque este hecho nos hubiera causado un conflicto ético, por cuanto entendemos superior esta última y no hemos encontrado en la literatura consultada un estudio de esas características en que basarnos.

Por otra parte, lo que es una limitación como que no se haya podido calcular los volúmenes óseos regenerados a partir de los escáner previo y posterior, creemos haberlo considerado de tal modo que se ha convertido en una humilde aportación a la literatura, ya que apenas hemos encontrado la descripción por áreas en la zona del implante como aquí se ha reflejado.

Las propuestas a futuro son múltiples, comenzando por la propia ampliación de la casuística, con la que aportar conclusiones de mayor consistencia; la posible relación entre los cálculos por áreas regeneradas con el más exacto por volúmenes; el perfeccionamiento de la técnica para regenerar por igual en los sectores más distales que los más próximos; el estudio del análisis de frecuencia de resonancia entre diferentes técnicas regenerativas; la regeneración en túnel en los sectores anteriores que la casuística ha cercenado. En fin, un campo tan abierto como interesante.



# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla nº 1.

Distribución por área anatómica de los implantes del grupo control 0.

Pág. 71.

Tabla nº 2.

Estadísticos del análisis de frecuencia de resonancia, expresada como ISQ, en la cirugía y previo a la carga en ambos ejes del grupo control 0.

Pág. 71.

Tabla nº 3.

Distribución de los implantes según su longitud del grupo control 0.

Pág. 72.

Tabla nº 4.

Distribución de los implantes según su diámetro del grupo control 0.

Pág. 72.

Tabla nº 5.

Distribución por área anatómica de los implantes del grupo control 1.

Pág. 72.

Tabla nº 6.

Estadísticos del análisis de frecuencia de resonancia, expresada como ISQ, en la cirugía y previo a la precarga en ambos ejes del grupo control 1.

Pág. 73.

Tabla nº 7.

Distribución de los implantes según su longitud del grupo control 1.

Pág. 73.

Tabla nº 8.

Distribución de los implantes según su diámetro del grupo control 1.

Pág. 73.

Tabla nº 9.

Estadísticos del análisis de frecuencia de resonancia, expresada como ISQ, en la cirugía y previo a la precarga en ambos ejes del grupo control 2.

Pág. 74.

Tabla nº 10.

Distribución de los implantes según su longitud del grupo control 2.

Pág. 74.

Tabla nº 11.

Distribución de los implantes según su diámetro del grupo control 2.

Pág. 75.

Tabla nº 12.

Valores medios y rango de la ganancia ósea en el área implantada antes y después de los injertos del grupo control 2.

Pág. 75.

Tabla nº 13.

Valores ordenados de menor a mayor de las áreas óseas antes y después del injerto en las zonas regeneradas e implantadas, así como su diferencia (Ganancia) del grupo control 2.

Pág. 75.

Tabla nº 14.

Distribución por área anatómica de los implantes del grupo experimental.

Pág. 76.

Tabla nº 15.

Estadísticos del análisis de frecuencia de resonancia, expresada como ISQ, en la cirugía y previo a la carga en ambos ejes del grupo experimental.

Pág. 76.

Tabla nº 16.

Distribución de los implantes según su longitud del grupo experimental.

Pág. 76.

Tabla nº 17.

Distribución de los implantes según su diámetro del grupo experimental.

Pág. 77.

Tabla nº 18.

Distribución según modalidad de injerto empleada para regenerar del grupo experimental.

Pág. 77.

Tabla nº 19.

Valores ordenados de menor a mayor de las áreas óseas antes y después del injerto en las zonas regeneradas e implantadas, así como su diferencia (Ganancia) del grupo experimental, considerando únicamente los de injerto del seno maxilar.

Pág. 77.

Tabla nº 20.

Valores de la ganancia ósea en el área implantada del grupo experimental en total y sus dos subgrupos.

Pág. 77.

Tabla nº 21.

Valores ordenados de menor a mayor de las áreas óseas antes y después del injerto en las zonas regeneradas e implantadas, así como su diferencia (Ganancia) del grupo experimental, considerando únicamente los de injerto de rama.

Pág. 78.

Tabla nº 22.

Cantidad de implantes por grupo y su distribución por edad y género.

Pág. 79.

Tabla nº 23.

Localización anatómica de los implantes por grupo y su porcentaje.

Pág. 79

Tabla nº 24.

Longitud de los implantes por grupo y su porcentaje.

Pág. 80.

Tabla nº 25.

Diámetro de los implantes por grupo y su porcentaje.

Pág. 80.

Tabla nº 26.

Estadísticos básicos de los valores ISQ de los implantes por grupo, eje y momento del registro.

Pág. 80.

Tabla nº 27.

Estadísticos básicos del torque de inserción de los implantes por grupo.

Pág. 81.

Tabla nº 28.

Estadísticos de correlación bivariable del grupo control 0.

Pág. 81.

Tabla nº 28.

Estadísticos de correlación bivariable del grupo control 1.

Pág. 81.

Tabla nº 29.

Estadísticos de correlación bivariable del grupo control 2.

Pág. 82.

Tabla nº 30.

Estadísticos de correlación bivariable del grupo experimental.

Pág. 84.

Tabla nº 31.

Estadísticos de correlación bivariable del grupo experimental.

Pág. 85.

Tabla nº 32.

Área ósea en los casos de injertos de rama con técnicas de tunelización según localización anatómica de menor a mayor en cada subgrupo, con su diferencial y porcentaje de ganancia ósea respecto al área preinjerto.

Pág. 85.

Tabla nº 33

Valores de p de las comparaciones entre los grupos de las variables edad, género y localización del implante.

Pág. 87.

Tabla nº 34.

Valores de p de las comparaciones entre los grupos con elevación del seno maxilar con técnica convencional (grupo control 2) y con tunelización (grupo experimental 2).

Pág. 88.

Tabla nº 35.

Valores de p de las comparaciones entre los grupos según características físicas de los implantes.

Pág. 89.

Tabla nº 36.

Valores de p de las comparaciones entre los grupos según características quirúrgicas de los implantes (torque de inserción y valor ISQ).

Pág. 90.

Tabla nº 37.

Valores de p asignados a las variaciones de ISQ mesiodistal y vestibulopalatino en el momento previo a la carga de los implantes en cada grupo de estudio.

Pág. 90.

Tabla nº 38.

Valores de p asignados a las variaciones de ISQ mesiodistal (md) y vestibulopalatino (vp) en el momento de la cirugía hasta el previo a la carga de los implantes en cada grupo de estudio.

Pág. 90.

Tabla nº 39.

Valores de p asignados a las variaciones de ISQ mesiodistal y vestibulopalatino (Evolutivo ISQ) en el momento de la cirugía hasta el momento previo a la carga de los implantes entre grupos.

Pág. 91.

Tabla nº 40.

Cuadro resumen de la supervivencia hasta el momento de la carga de los implantes por grupos y su significación.

Pág. 91.



# ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico nº 1.

Diagrama de caja de edad en experimental y controles.

Pág. 79.

Gráfico nº 2.

Recta de regresión entre el torque inserción y el ISQ quirúrgico en el eje mesiodistal en el grupo control 0.

Pág. 82.

Gráfico nº 3.

Correlación entre el ISQ quirúrgico mesiodistal y el torque de inserción en el Grupo Casos 1.

Pág. 83.

Gráfico nº 4.

Correlación entre el ISQ quirúrgico mesiodistal y el evolutivo del mismo (diferencia entre el ISQ quirúrgico y el previo a la carga), en el Grupo Casos 1.

Pág. 83.

Gráfico nº 5.

Correlación entre el ISQ quirúrgico y diferido mesiodistal en el Grupo Casos 1.

Pág. 84.

Gráfico nº 6.

Superficie ósea regenerada en mm<sup>2</sup> de los injertos de rama según localización anatómica considerando sólo los de sectores posterolaterales.

Pág. 86

Gráfico nº 7.

Superficie ósea regenerada en mm<sup>2</sup> de los injertos de rama y el porcentaje de incremento de área ósea.

Pág. 87.

Gráfico nº 8.

Superficie ósea regenerada en mm<sup>2</sup> de los injertos por injerto del seno maxilar y el porcentaje de incremento de área ósea.

Pág. 88.

Gráfico nº 9.

Distribución del área ósea preinjerto en los grupos (experimental 2 y control 2) con injerto lateral del seno maxilar (valor de p: 0,028).

Pág. 89.

Gráfico nº 10.

Distribución de la longitud de implante en el grupo experimental y en el grupo control 0.

Pág. 89.

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen nº 1.

Localización del injerto de rama mandibular.

Pág. 35.

Imagen nº 2.

Implantes osteointegrado retirado.

Pág. 91.

Imagenes nº 3.

Sección coronoapical del sector a injertar (a la izquierda). En el centro, reconstrucción tridimensional del area injertada previa a la colocación de implantes y, a la derecha, la imagen transversal del injerto con el tornillo de osteosíntesis.

Pág. 93.

Imagenes nº 4.

Sección coronoapical del sector a injertar (a la izquierda). En el centro, la misma zona con el implante alojado y osteointegrado, sin que podamos distinguir tabla ósea vestibular apical al implante. A la derecha, imagen quirúrgica del defecto.

Pág. 93.

Imagen nº 5.

El mismo paciente de las imágenes previas (nº 4) en la fase de prueba de estructura.

Pág. 94.

# BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Morales A, Asurmendi JC, Bowen A, Fernández-Palacios P, Badet A, Carroquino R, et al. El Libro Blanco de la Implantología. Sociedad Española de Implantes. Madrid, 2008. Pág. 17.
2. - Tonetti MS, Hämmeler CHF. Advances in bone augmentation to enable dental implant placement: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology. J Clin Periodontol 2008; 35 (Suppl. 8): 168–172. doi: 10.1111/j.1600-051X.2008.01268.x. PMID: 18724849,
- 3.- Chiapasco M, Zaniboni M, Rimondini L. Dental implants placed in grafted maxillary sinuses: a retrospective analysis of clinical outcome according to the initial clinical situation and a proposal of defect classification. Clin Oral Implant Res 2008;19:416-418. doi: 10.1111/j.1600-0501.2007.01489.x. Epub 2008 Feb 11. PMID: 18266875
- 4.- Donos N, Mardas N, Chadha V. Clinical outcomes of implants following lateral bone augmentation: systematic assessment of available options (barrier membranes, bone grafts, split osteotomy). J Clin Periodontol 2008; 35 (Suppl. 8): 173–202. doi: 10.1111/j.1600-051X.2008.01269.x. Review. PMID: 18724850
- 5.- Fu JH, Wang HL. Horizontal bone augmentation: the decision tree. Int J Periodontics Restorat Dent 2011;31:429-436. PMID: 21837309.
- 6.- Khoury F. Técnicas para la obtención del hueso intraoral. En Khoury F: El aumento de hueso en Implantología. Ed. Barcelona: Quintessence. 2010.178-229. ISBN: 978-84-89873-44-5.
- 7.- Khoury F. Injerto óseo lateral en bloque e injerto óseo vertical en bloque. En Khoury F: El aumento de hueso en Implantología. Ed. Barcelona: Quintessence. 2010. 265-291. ISBN: 978-84-89873-44-5
- 8.- Khoury, F. The bony lid approach in pre-implant and implant surgery: a prospective study. Eur J Oral Implantol 2013;6(4):375–384. PMID: 24570982.

9. - Khoury F, Hanser T. Mandibular bone block harvesting from the retromolar region: a 10 year prospective clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2015;30:688-697. doi:10.11607/jomi.4117. PMID: 26009921.
- 10.- Misch, CM. Maxillary Autogenous Bone Grafting. *Oral Maxillofacial Surg Clin N Am* 2011;23:229–238. doi:10.1016/j.coms.2011.01.003. PMID: 21492798.
- 11.- San Julián M, Valentí A. Transplante óseo. *An Sist Sanit Navar*. 2006; 29 (Supl. 2): 125-136. PMID: 16998521.
- 12.- Rocchietta I, Fontana F, Simion M. Clinical outcomes of vertical bone augmentation to enable dental implant placement: a systematic review. *J Clin Periodontol* 2008; 35(Suppl. 8): 203–215. doi: 10.1111/j.1600-051X.2008.01271.x. PMID: 18724851.
- 13.- Azañón Hernández R, Martínez Lara I, Ferrer Gallego J, Marzo Alzota R. Pertinencia del uso de implantes dentales cortos en pacientes con atrofia ósea severa. Revisión de la literatura. *Av Periodon Implantol*.2013; 25, 3: 153-164.
- 14.- Schwartz SR. Short implants: Are they a viable option in implant dentistry? *Dent Clin N Am* 2015;59:317–328. doi.org/10.1016/j.cden.2014.10.008. PMID: 25835796.
- 15.- Buser D, Dula K, Belser U, Hirt HP, Berthold H. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. 1. Surgical procedure in the maxilla. *Int J Periodont Rest Dent*. 1993;13(1):29–45. PMID: 8330945.
- 16.- Villareal PM, Fernández-Bustillo A, Acero J, Arruti JA, Baladrón J, Bilbao A et al. I Conferencia Nacional de Consenso sobre el Injerto Óseo del Seno Maxilar. *Rev Esp Cir Oral Maxilofac* 2010;32(2):41-63.
- 17.- Brånemark PI, Gröndahl K, WorthingtonP. Protocol for long-term study of autogenous onlay bone grafting and simultaneous endosseous fixture placement. En *Osseointegration and autogenous onlay bone grafts: reconstruction of the edentulous atrophic maxilla*. 2001. Ed. Quintessence Publishing Co. Illinois. 7-30.

- 18.- Jensen SS, Terheyden H. Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone substitute materials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(suppl);218-236. PMID: 19885447.
- 19.- Buser D, Dula K, Hirt HP, Schenk RK. Lateral ridge augmentation using autografts and barrier membranes. A clinical study with 40 partially edentulous patients. *J Oral Maxillofac Surg* 1996;54:420-432. PMID: 8600258.
- 20.- Chiapasco M, Abati S, Romeo E, Vogel G. Clinical outcome of autogenous bone blocks or guided bone regeneration with e-PTFE membranes for the reconstruction of narrow edentulous ridges. *Clin Oral Impl Res* 1999;10;278-288. PMID: 16584419.
- 21.- Zakhary IE, El-Mekkawi HA, Elsalanty ME. Alveolar ridge augmentation for implant review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012;114(suppl 5):S179-S189. doi:10.1016/j.oooo.2011.09.031. PMID: 23063396.
- 22.- Chiapasco M, Zaniboni M, Boisco M. Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants. *Clin Oral Implants Res*. 2006 Oct;17 Suppl 2:136-59. Review. PMID: 16968389
23. - Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(suppl):237-259. PMID: 19885448.
24. - Breine U, Brånemark PI. Reconstruction of alveolar jaw bone. An experimental and clinical study of immediate and preformed autologous bone grafts in combination with osseointegrated implants. *Scand J Plast Reconstr Surg*. 1980;14(1):23-48. PMID: 6992264
25. - Rothstein SS, Paris D, Sage B. Use of durapatite for the rehabilitation of reabsorbed alveolar ridges. *J Am Dent Assoc* 1984;109:571-574. PMID: 6090519.
- 26.- Rothstein SS, Paris DA, Zacek MP. Use of hydroxyapatite for the augmentation of deficient alveolar ridges. *J Oral Maxillofac Surg* 1984;42:224-230. PMID: 6323657.
- 27.- Ferri J, Dujoncquoy JP, Carneiro JM, Raoul G. Maxillary reconstruction to enable implant insertion: a retrospective study of 181 patients. *Head Face Med*. 2008; 4:31.

doi: 10.1186/1746-160X-4-31. PMID: 19087352. Artículo disponible en: <http://www.head-face-med.com/content/4/1/31>

28.- Xuan F, Lee CU, Son JS, Fang Y, Jeong SM, Choi BH. Vertical ridge augmentation using xenogenous bone blocks: a comparison between the flap and tunneling procedures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014 Sep;72(9):1660-70. doi: 10.1016/j.joms.2014.04.003. Epub 2014 Apr 13. PMID:24985960.

29.- Meredith N, Alleyne D, Cawley P. Quantitative determination of stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Impl Res* 1996;7:261-267. PMID: 9151590.

30.- Özkan Y, Özcan M, Varol A, Akoglu B, Ucankale M, Basa S. Resonance frequency analysis assessment of implant stability in labial onlay grafted posterior mandibles: a pilot clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:235-242. PMID:17465348.

31.- Herrero-Climent M, Albertini M, Rios-Santos JV, Lázaro-Calvo P, Fernández-Palacín A, Bullon P. Resonance frequency analysis-reliability in third generation instruments: Ostell mentor<sup>®</sup>. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012 Sep 1;17 (5):e801-6. PMID:22322519.

32.- Herrero-Climent M, Santos-García R, Jaramillo-Santos R, Romero-Ruiz MM, Fernández-Palacin A, Lázaro-Calvo P, Bullón P, Ríos-Santos JV. Assessment of Ostell ISQ's reliability for implant stability measurement: A cross-sectional clinical study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2013 Nov 1;18 (6):e877-82. PMID: 24121909.

33.- Delhi G, Petrone V, De Risi V, Tadic D, Zafiropoulos GG. Longitudinal implant stability measurements based on resonance frequency analysis after placement in healed or regenerated bone. *J Oral Implantol.* 2014 Aug;40(4):438-47. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-12-00014. PMID:25106008

34.- Mampilly MO, Rao LP, Sequeira J, Rao BHS, Chandra J, Rai G. Rehabilitation of edentulous atrophic anterior mandible: the role of vertical alveolar distraction osteogenesis. *J Clin Diag Res* 2014;8(11):1-3. PMID: 25584344.

- 35.- Atwood DA. Postextraction changes in the adult mandible as illustrated by microradiographs of midsagittal sections and serial cephalometric roentgenograms. *J Prosthet Dent* 1963;13:810-24.
- 36.- Misch CE. Density of bone: effect on surgical approach, and healing. In: Misch CE, ed. *Contemporary Implant Dentistry*. St. Louis: Mosby-Year Book; 1999: 371-384. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0278-2391\(99\)90468-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0278-2391(99)90468-8).
37. - Jensen O. Site classification for the osseointegrated implant. *J Prosthet Dent*. 1989;61:228–234. PMID: 2654368.
- 38.- Wang HL, Al-Shammari K. HVC ridge deficiency classification: a therapeutic oriented classification. *Int J Periodontics Restor Dent*. 2002;22:335–343. PMID: 12212680.
- 39.- Juodzbalys G, Raustia AM. Accuracy of clinical and radiological classification of the jawbone anatomy for implantation—a survey of 374 patients. *J Oral Implantol* 2004;31:30-9. PMID: 15008452.
- 40.- Hämmerle CHF, Jung RE (2008) Ridge augmentations procedures. En: Lindhe J, Lang NP, Karring T. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. Oxford: Blackwell Munksgaard 2008; 1083–1098.
- 41.- Tolstunov L. Classification of the alveolar ridge width: implant-driven treatment considerations for the horizontally deficient alveolar ridges. *J Oral Implantol*. 2014;40 Spec No:365-70. doi: 10.1563/aaaid-joi-D-14-00023. PMID:24575743
- 42.- Lekholm U, Zarb G. Patient selection and preparation. En: Brånemark PI (ed.). *Tissue integrated protheses. Osseointegration in clinical dentistry*. Chicago: Quintessence, 1985:199-209.
- 43.- Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1988; 17; 232-236. PMID: 3139793.
- 44.- Ribeiro-Rotta RF, Lindh C, Pereira AC, Rohlin M. Ambiguity in bone tissue characteristics as presented in studies on dental implant planning and placement: a

systematic review. Clin Oral Impl Res. 2011;22:789–801. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.02041.x. PMID: 21121957.

45.- Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. J Periodontol 1991; 62:2-4. PMID: 2002427.

46.- Att W, Bernhart J, Strub JR. Fixed rehabilitation of the edentulous maxilla: possibilities and clinical outcome. J Oral Maxillofac Surg 2009;67(suppl 3): 60-73. doi: 10.1016/j.joms.2009.07.007. Review. PMID: 19835751.

47.- Candel E, Peñarrocha D, Peñarrocha M. Rehabilitation of the atrophic posterior maxilla with pterygoid implants: a review. J Oral Implantol. 2012 Sep;38 Spec No:461-6. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-10-00200. PMID:21568718.

48.- Esposito M, Grusovin MG, Coulthard P, Worthington HV. The efficacy of various bone augmentation procedures for dental implants: a Cochrane systematic review of randomized controlled clinical trials. Int J Oral Maxillofac Implants. 2006;21(5):696-710. Review. PMID:17066630.

49.- Esposito M, Grusovin MG, Felice P, Karatzopoulos G, Worthington HV, Coulthard P. The efficacy of horizontal and vertical bone augmentation procedures for dental implants - a Cochrane systematic review. Eur J Oral Implantol. 2009 Autumn;2(3):167-84. Review. PMID:20467628.

50.- Salmerón-Escobar JI. Preprosthetic surgery. A critical analysis. Rev Esp Cir Oral y Maxilofac 2007;29,4:228-239.

51.- Aloy-Prósper A, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago MA, Peñarrocha-Diago M. The outcome of intraoral onlay block bone grafts on alveolar ridge augmentations: A systematic review. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2015;20(2):e251-8. PMID: 25662543. <http://www.medicinaoral.com/medoralfree01/v20i2/medoralv20i2p251.pdf>

52.- Pozzi A, Sannino G, Barlattani A. Minimally invasive treatment of the atrophic posterior maxilla: a proof-of-concept prospective study with a follow-up of between 36 and 54 months. J Prosthet Dent. 2012 Nov;108(5):286-97. doi: 10.1016/S0022-3913(12)60178-4. PMID:23107236.



53.- Peñarrocha-Oltra D, Candel-Martí E, Ata-Ali J, Peñarrocha-Diago M. Rehabilitation of the atrophic maxilla with tilted implants: a review of the literature. *J Oral Omplantol.* 2013;(39):625-632. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-11-00068. Epub 2011 Nov 28. Review. PMID:22121829.

54.- Peñarrocha M, Carrillo C, Boronat A, Balager J, peñarrocha M. Palatal positioning of implants in severely resorbed edentulous maxillae. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:527-533. PMID: 19587877.

55.- Mohan N, Wolf J, Dym H. Maxillary sinus augmentation. *Dent Clin N Am* 2015;59:375-388. doi: 10.1016/j.cden.2014.10.001. Epub 2014 Dec 26. Review. PMID:25835800. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cden.2014.10.001>.

53.- Simion M, Jovanovic SA, Tinti C, Benfenati SP. Long-term evaluation of osseointegrated implants inserted at the time or after vertical ridge augmentation. A retrospective study on 123 implants with 1–5 year follow-up. *Clin Oral Impl Res.* 2001;12:35–45. PMID: 11168269.

54.- Shalabi MM, Manders P, Mulder J, Jansen JA, Creugers NHJ. A meta-analysis of clinical studies to estimate the 4.5-year survival rate of implants placed with the osteotome technique. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:110-116. PMID: 17340904.

55.- Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium.* 1994 Feb;15(2):152, 154-6, 158 passim; quiz 162. PMID:8055503.

56.- Summers RB. The osteotome technique: Part 2--The ridge expansion osteotomy (REO) procedure. *Compendium.* 1994 Apr;15(4):422, 424, 426, passim; quiz 436. PMID:8055514.

57.- Summers RB. The osteotome technique: Part 3--Less invasive methods of elevating the sinus floor. *Compendium.* 1994 Jun;15(6):698, 700, 702-4 passim; quiz 710. PMID:7994726.

- 58.- Summers RB. The osteotome technique: Part 4--Future site development. *Compend Contin Educ Dent*. 1995 Nov;16(11):1090, 1092 passim; 1094-1096, 1098, quiz 1099. PMID:8598008.
- 59.- Anitua E. Ridge expansion with motorized expander drills. *Dental Dialogue*. 2004;2:3-13.
- 60.- Nart-Molina, José. Estudio prospectivo comparativo de la eficacia en el aumento horizontal de crestas alveolares atróficas con regeneración ósea guiada y expansores motorizados de cresta. 2010. Tesis doctoral. Universidad Internacional de Cataluña.
- 61.- Jensen OT, Cullum DR, Daer D. Marginal Bone Stability Using 3 Different Flap Approaches for Alveolar Split Expansion for Dental Implants—A 1-Year Clinical Study. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:1921-1930. doi: 10.1016/j.joms.2009.04.017. PMID:19686930.
- 62.- Ochandiano-Caicoya S. Relleno de cavidades óseas en cirugía maxilofacial con materiales aloplásticos. *Rev Esp Cir Oral y Maxilofac* 2007;29,1:21-32.
- 63.- Wang HL, Lakshmi B. "PASS" Principles for predictable bone regeneration. *Implant Dent* 2006;15:8 –17. PMID: 16569956.
- 64.- Block MS, Degen M. Horizontal ridge augmentation using human mineralized particulate bone: preliminary results. *J Oral Maxillofac Surg* 2004 Sep; 62 (9 Suppl 2):67-72. PMID: 15332183.
- 65.- Hasson O. Augmentation of deficient lateral alveolar ridge using the subperiosteal tunneling dissection approach. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007;103(3):e14-9. Epub 2007 Jan 22. PMID:17241798.
- 66.- Greenstein G, Greenstein B, Cavallaro J, Tarnow D. The role of bone decortication in enhancing the results of guided bone regeneration: a literature review. *J Periodontol* 2009;80(2):175-189. doi: 10.1902/jop.2009.080309. PMID: 19186957.

- 67.- Gutta R, Baker RA, Bartolucci AA, Louis PJ. Barrier Membranes Used for Ridge Augmentation: Is There an Optimal Pore Size? *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:1218-1225. doi:10.1016/j.joms.2008.11.022. PMID: 19446207.
- 68.- Hämmerle CHF, Jung RE, Feloutzis A: A systematic review of the survival of implants in bone sites augmented with barrier membranes (guided bone regeneration) in partially edentulous patients. *J Clin Periodontol* 2002; 29(Suppl. 3): 226–23. PMID: 12787222.
- 69.- Clementini M, Morlupi A, Canullo L, Agrestini C, Barlattani A. Success rate of dental implants inserted in horizontal and vertical guided bone regenerated areas: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012; 41: 847–852. doi: 10.1016/j.ijom.2012.03.016. Epub 2012 Apr 26. Review. PMID: 22542079.
- 70.- Block MS: Surgery of the anterior mandible, in Block MS, (ed): *Color Atlas of Dental Implant Surgery*. Philadelphia, PA: Saunders, 2001:21–23.
- 71.- Block MS, Ducote CW, Mercante DE. Horizontal augmentation of thin maxillary ridge with bovine particulate xenograft is stable during 500 days of follow-up: preliminary results of 12 consecutive patients. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012;70(6):1321-30. doi: 10.1016/j.joms.2012.01.026. PMID:22608816.
- 72.- Saulacic N, Gándara-Vila P, Somoza-Martín M, García-García A. Distracción osteogénica del reborde alveolar: revisión de la literatura. *Med Oral* 2004;9:321-7. PMID: 15292871.
- 73.- Natsu SS, Ali I, Alam S, Giri KY, Agarwal A, Kulkarni VA. The biology of distraction osteogenesis for correction of mandibular and craniomaxillofacial defects: A review. *J Dent Res* 2014;11(1):16-26. PMID: 24688555.
- 74.- García-García A, Somoza-Martín M, Gándara-Vila P, Saulic N, Gándara-Rey JM. Horizontal alveolar distraction: A surgical technique with the transport segment pedicled to the mucoperiosteum. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62:1408-1412. PMID: 15510364.

- 75.- Cho BC, Seo MS, Baik BS. Distraction osteogenesis after membranous bone onlay grafting in a dog model. *J Oral Maxillofac Surg* 2001; 59: 1025-33. PMID: 11526572.
- 76.- Buis J, Rousseau P, Soupre V, Martinez H, Antoine Diner P, Paule Vazquez M. "Distraction" of Grafted Alveolar Bone in Cleft Case Using Endosseous Implant. *Cleft Palate Craniofac J*. 2001;38:405-9. PMID: 11420023.
- 77.- Watzek G, Zechner W, Crismani A, Zauza K. A distraction abutment system for 3-dimensional distraction osteogenesis of the alveolar process: technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:731-7. PMID: 11055140.
- 78.- Laster Z, Cohen G, Nagler R. A novel technique for vertical bone augmentation in the premaxillary region. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:2669-2672. doi: 10.1016/j.joms.2009.07.029. PMID:19925989.
- 79.- Feng R, Lengner C. Application of stem cell technology in dental regenerative medicine. *Adv Wound Care*. 2013 2(6):296-305. PMID: 24527351.
- 80.- Ma J, Both SK, Yang F, Cui FZ, Pan J, Meijer GJ, et al. Concise review: cell-based strategies in bone tissue engineering and regenerative medicine. *Stem Cells Transl Med* 2014;3:98-107. doi: 10.5966/sctm.2013-0126. PMID:24300556.
- 81.- Piattelli A, Degidi M, Di Stefano DA, Rubini C, Fioroni M, Strocchi R. Microvessel density in alveolar ridge regeneration with autologous and alloplastic bone. *Implant Dent*. 2002;11(4):370-5. PMID:12518705.
- 82.- Meyer U, Wiesman HP. Bone and cartilage. En: *Bone and cartilage engineering*. Ed.Springer. Berlin Heidelberg. 2006; p.7-46. Doi 10.1007/3-540-33606-0. ISBN 978-3-540-25347-1.
- 83.- Meyer U, Wiesman HP. Principles of bone and cartilage regeneration. En: *Bone and cartilage engineering*. Ed.Springer. Berlin Heidelberg. 2006; p.47-63. Doi 10.1007/3-540-33606-0. ISBN 978-3-540-25347-1.
- 84.- Johansson B, Bäck T, Hirsch JM. Cutting torque measurements in conjunction with implant placement in grafted and nongrafted maxillas as an objective evaluation of

bone density: a possible method for identifying early implant failures? Clin Implant Dent Relat Res. 2004;6(1):9-15. PMID: 15595704.

85.- Tonelli P, Duvina M, Barbato L, Biondi E, Nuti N, Brancato L, et al. Bone regeneration in dentistry. Clin Cases Miner Bone Metab. 2011;8(3):24-8. PMID:22461825.

86.- Raghoobar GM, Batenburg RH, Vissink A, Reintsema H. Augmentation of localized defects of the anterior maxillary ridge with autogenous bone before insertion of implants. J Oral Maxillofac Surg. 1996;54(10):1180-5; discussion 1185-6. PMID:8859236.

87.- Rocuzzo M, Ramieri G, Bunino M, Berrone S. Autogenous bone graft alone or associated with titanium mesh for vertical alveolar ridge augmentation: a controlled clinical trial. Clin Oral Impl Res. 18, 2007; 286–294 doi: 10.1111/j.1600-0501.2006.01301.x. PMID: 17298495.

88.- Capelli M. Autogenous bone graft from the mandibular ramus: a technique for bone augmentation. Int J Periodontics Restorative Dent 2003;23:277-285. PMID: 12854778.

89.- Altıparmak N, Soydan S.S, Uçkan S: The effect of conventional surgery and piezoelectric surgery bone harvesting techniques on the donor site morbidity of the mandibular ramus and symphysis. Int J Oral Maxillofac Surg 2015;44:1131–1137. doi: 10.1016/j.ijom.2015.04.009. PMID:25979191.

90.- Al-Ani O, Nambiar P, Ha KO, Ngeow WC. Safe zone for bone harvesting from the interforaminal region of the mandible. Clin Oral Imp Res 2013; 24 (Suppl. A100) 115–121. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02393.x. PMID: 22233422.

91.- Happe A. Use of a piezoelectric surgical device to harvest bone grafts from the mandibular ramus: report of 40 cases. Int J Periodontics Restorative Dent 2007;27 (3):241-249. PMID:17694947.

92.- Cordaro L, Torsello F, Miuccio MT, Mirisola di Torresanto V, Eliopoulos D. Mandibular bone harvesting for alveolar reconstruction and implant placement: subjective and objective cross-sectional evaluation of donor and recipient site up to 4

years. Clin Oral Impl Res 2011;22;1320–1326. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.02115.x. PMID: 21443607.

93.- Clavero J, Lundgren S. Ramus or Chin Grafts for Maxillary Sinus Inlay and Local Onlay Augmentation: Comparison of Donor Site Morbidity and Complications. Clin Implant Dent Relat Res. 2003;5(3):154-160. PMID: 14575631.

94.- Cotter CJ, Maher A, Gallagher C, Sleeman D. Mandibular lower border: donor site of choice for alveolar grafting. British J Oral Maxillofac Surg 2002;40;429-432. PMID: 12379191.

95.- Hernández-Alfaro F, Martí ages C, García E, Corchero G, Arranz C. Palatal core graft for alveolar reconstruction: A new donor site. Int J Oral Maxillofac Implants 2005;20:777-783. PMID: 16274153.

96.- Ihde S, Kopp S, Maier T. Comparison of implant survival with implants placed in acceptable and compromised bone: a literature review. J Maxillofac Oral Surg 2009;8(1):1-7. doi: 10.1007/s12663-009-0001-3. PMID:23139459.

97.- Schliephake H, Neukam FW, Wichmann M. Survival analysis of endosseous implants in bone grafts used for the treatment of severe alveolar ridge atrophy. J Oral Maxillofac Surg 1997;55:1227-1233. PMID: 9371112.

98.- Sittitavornwong S, Gutta R. Bone Graft Harvesting from Regional Sites. Oral Maxillofacial Surg Clin N Am. 2010;22:317–330. doi: 10.1016/j.coms.2010.04.006. PMID: 20713265.

99.- Soltan M, Smiler D, Soltan CS, Prasad BS, Roher MD. Bone grafting by means of a tunnel dissection: precitable results using stem cells and matrix. Implant Dent 2010;19:280-287. doi: 10.1097/ID.0b013e3181e40166. PMID:20683284.

100.- Barone A, Covani U. Maxillary alveolar ridge reconstruction with nonvascularized autogenous block bone: clinical results. J Oral Maxillofac Surg. 2007 Oct;65(10):2039-46. PMID:17884536.

101.- Alerico FA, Bernardes SR, Fontão FN, Diez GF, Alérico JHS, Claudino M. Prospective tomographic evaluation of autogenous bone resorption harvest from

mandibular ramus in atrophic maxilla. J Craniofac Surg. 2014;25 (6):e543-e546. PMID: 25364976.

102.- Cordaro L, Torsello F, Morcavallo S, Mirisola di Torresanto V. Effect of bovine bone and collagen membranes on healing of mandibular bone blocks: a prospective randomized controlled study. Clin Oral Impl Res 2011;22:1145–1150. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.02093.x. PMID: 21309858.

103.- De Marco AC, Jardini MA, Lima LP. Revascularización of autogenous block grafts with or without an e-PTFE membrane. Int J Oral and Maxillofac Implants 2005;20:867-874. PMID: 16392343.

104.- González-García R, Naval-Gías L, Muñoz-Guerra MF, Sastre-Pérez, J, Rodríguez-Campo FJ, Gil-Díez-Usandizaga JL. Preprosthetic and implantological surgery in patients with severe maxillary atrophy. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2005;10:343-54. PMID: 16056189.

105.- Flanagan D. Flapless dental implant placement. J Oral Implantol. 007;33(2):75-83. PMID:17520950.

106.- Stern A, Barzani G. Autogenous bone harvest for implant reconstruction. Dent Clin North Am. 2015 Apr;59(2):409-20. doi: 10.1016/j.cden.2014.10.011. Epub 2015 Jan 2. Review. PMID:25835802.

107.- Misch CM. Comparison of intraoral donor sites for onlay grafting to implant placement. Int J Oral Maxillofac Implants 1997;12:767-776. PMID: 9425757.

108.- Pelo S, Boniello R, Gasparini G, Longobardi G, Amoroso PF. Horizontal and vertical ridge augmentation for implant placement in the aesthetic zone. Int J Oral Maxillofac Surg 2007;36:944-948. PMID: 17629460.

109.- Leong DJ, Li J, Modero I, Wang HL Distance between external cortical bone and mandibular canal for harvesting ramus graft: a human cadaver study. J Periodontol. 2010;81:239-243. doi: 10.1902/jop.2009.090417. PMID: 20151802.

110.- Khoury F. La técnica túnel. En Khoury F: El aumento de hueso en Implantología. Ed. Barcelona: Quintessence. 2010.104-112. ISBN: 978-84-89873-44-5.

- 111.- Raghoobar GM, Meijndert L, Kalk WWI, Vissink A. Morbidity of mandibular bone harvesting: a comparative study. *Int J Oral Maxillofac implants* 2007;22:359-365. PMID: 17622001.
- 112.- Díez GF, Fontão FNGK, Bassi APF, Gam JC, Claudino M. Tomographic follow-up of bone regeneration after bone block harvesting from the mandibular ramus. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014;43:335-340. doi: 10.1016/j.ijom.2013.08.010. PMID: doi: 10.1016/j.ijom.2013.08.010. PMID:24070771.
- 113.- Kubozono K, Takechi M, Ohta K, Ono S, Nakagawa T, Fujimoto S and Kamata N. Aesthetic recovery of alveolar atrophy following autogenous onlay bone grafting using interconnected porous hydroxyapatite ceramics (IP-CHA) and resorbable poly-L-lactic/polyglycolic acid screws: case report. *BMC Oral Health* 2014 14:60. doi:10.1186/1472-6831-14-60. PMID: 24889647.
- 114.- Kleinheinz J, Büchter A, Kruse-Lösler B, Weingart D, Joos U. Incision design in implant dentistry based on vascularization of the mucosa. *Clin Oral Impl Res.* 16, 2005; 518–523. doi: 10.1111/j.1600-0501.2005.01158.x. PMID: 16164456.
- 115.- Koymen R, Karacaly U, Gocmen-Mas N, Ertugrul-Koymen C, Ortakoglu K, Gunaydin Y, et al. Flap and incision desing in implant surgery: clinical and anatomical study. *Surg Radiol Anat* 2009;31:301-306. doi: 10.1007/s00276-008-0431-5. PMID: 18953476.
- 116.- Romero-Ruiz MM, Mosquera-Perez R, Gutierrez-Perez JL, Torres-Lagares D. Flapless implant surgery: A review of the literature and 3 case reports. *J Clin Exp Dent.* 2015;7(1):e146-52. doi: 10.4317/jced.51985. PMID:25810827.  
<http://www.medicinaoral.com/odo/volumenes/v7i1/jcedv7i1p146.pdf>
- 117.- Allen MR, Hock JM, Burr DB. Periosteum: biology, regulation and response to osteoporosis therapies. *Bone* 2004;35:1003-1012. PMID: 15542024.
- 118.- Malizos KN, Papatheodorou LK. The healing potencial of the periosteum: Molecular aspects. *Int J Care Injured* 2005;36S:13-19. PMID: 16188544.



- 119.- Kessler P, Neukam FW, Wiltfang J. The effects of distraction forces and frequency of distraction on bone regeneration. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2005; 43: 392–398. PMID: 16026911.
- 120.- Lin Z, Fateh A, Salem DM, Intini G. Periosteum: biology and applications in craniofacial bone regeneration. *J Dent Res*. 2014 Feb;93(2):109-16. doi: 10.1177/0022034513506445. PMID: 24088412.
- 121.- Cho EH, Park JC, Cha JK, Kim YT, Jung UW, Kim CS et al. Dimensional change of the healed periosteum on surgically created defects. *J Periodontal Implant Sci* 2011;41:176-184. PMID: 21954422.
- 122.- Abrahamsson P, Wälivaara DE, Isakson S, Andersson G. Periosteal expansion before local bone reconstruction using a new technique for measuring soft tissue profile stability: a clinical study. *J Oral Maxillofac Surg* 2012; 70:e521-e530. doi: 10.1016/j.joms.2012.06.003. PMID: 22871307.
- 123.- Kfir E, Kfir V, Eliav E, et al: Minimally invasive guided bone regeneration. *J Oral Implantol* 2007; 33(4):205-10. PMID:17912961.
- 124.- Tudor C, Bumiller L, Birkholz T, Stockmann P, Wiltfang J, Kessler P: Static and dynamic periosteal elevation: a pilot study in a pig model. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2010; 39: 897–903. doi: 10.1016/j.ijom.2010.05.005. PMID:20576403.
- 125.- Hernandez-Alfaro F, Salvan E, Mareque J, Ferres E. Envelope approach for onlay bone grafting: Preliminary surgical and prosthetic results. *Med Oral Pathol Oral Cir Bucal* 2011;16:45-9. PMID: 20526254.
- 126.- Block MS, Kelley B. Horizontal posterior ridge augmentation: the use of a collagen membrane over a bovine particulate graft: technique note. *J Oral Maxillofac Surg*. 2013;71(9):1513-9. doi: 10.1016/j.joms.2013.05.015. PMID:23948364.
- 127.- Brodala N. Flapless surgery and its effect on dental implant outcomes. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(suppl):118-125. PMID: 19885439.
- 128.- Kim JI, Choi BH, Li J, Xuan F, Jeong SM. Blood vessels of the peri-implant mucosa: a comparison between flap and flapless procedures. *Oral Surg Oral Med Oral*

Pathol Oral Radiol Endod. 2009 Apr;107(4):508-12. doi: 10.1016/j.tripleo.2008.08.003. Epub 2008 Oct 16. PMID:18926739.

129.- Solomson RD, Balaban B, Akerson HA. Grafting of a mandibular discontinuity defect via a tunnel approach: report case. J Oral Surg 1981; 39 (7):533-34. PMID: 7017086.

130.- Nevins ML, Camelo M, Nevins M, Schupbach P, Friedland B, Borges-Camelo JM, et al. Minimally invasive alveolar ridge augmentation procedure (tunneling technique) using rhPDGF-BB in combination with three matrices: a case series. Int J Periodontics Rest Dent 2009;29:371-383. PMID: 19639058.

131.- Albertini M, Gómez- Menchero A, Romero, MM. Análisis de Frecuencia Resonancia; Manejo y Eficacia Clínica del Osstell en la Práctica Diaria. Lock. 2012;4:20-30. Revista divulgativa de Klockner Implant System, distribuidor en España del Sistema Osstell.

132.- Quesada-García MP, Prados-Sánchez E, Olmedo-Gaya MV, Muñoz-Soto E, González-Rodríguez MP, Vallecillo-Capilla M. Measurement of dental implant stability by resonance frequency analysis: A review of the literature. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2009 Oct 1;14 (10):e538-46. PMID: 19680211.

133.- Mateo-Moreno B, Herrero-Climent M, Lázaro-Calvo P, Mas-Bermejo C, Sanz-Alonso M. Métodos clínicos para valoración de la estabilidad de la interfase implante-hueso. Periodoncia 2001; 11(4):323-336.

134.- Marquezan M, Osorio A, Sant'Anna E, Souza MM, Maia L. Does bone mineral density influence the primary stability of dental implants? A systematic review. Clin Oral Impl Res 2012;23:767–774. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02228.x. PMID: 24694015.

135.- Degidi M, Daprile G, Piatelli A. RFA values of implants placed in sinus grafted and non grafted sites after 6 ans 12 months. Clin Implant Dent Relat Res 2009;11(3):178-182. Doi: 10.1111/j.1708-8208.2008.00113.x. PMID: 18783420.

136.- Manresa-Quirante C. Estudio de la correlación entre parámetros histomorfométricos y de valoración de la estabilidad de los implantes. Nuevo método

de determinación del BIC basado en imágenes BS-SEM. [Tesis]. Departamento de Odontoestomatología: Universidad de Barcelona; 2014.

137.- Atsumi M, Park SH, Wang HL. Methods used to assess implant stability: current status. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:743-754. PMID: 17974108.

138.- Neugebauer J, Scheer M, Mischkowski RA, An SH, Karapetian VE, Toutenburg H, et al. Comparison of torque measurements and clinical handling of various surgical motors. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:469-476. PMID: 19587869.

139.- Orlando B, Barone A, Giorno TM, Giacomelli L, Tonelli P, Covano U. Insertion torque in different bone models with different screw pitch: an in vitro study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010;25:883-887. PMID: 20862400.

140.- Benic GI, Mir-Mari J, Hämmerle CHF. Loading protocols for single implant crowns: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014; 29 (suppl):222-238. Doi:10.11607/jomi.2014suppl.g4.1. PMID: 24660200.

141.- Ahmad OK, Kelly JR. Assessment of the primary stability of dental implants in artificial bone using resonance frequency and percussion analyses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28:89-95. doi:10.11607/jomi.2554. PMID: 23377052.

142.- Jividen G, Misch CE. Reverse torque testing and early loading failures: help or hindrance? *J Oral Implantol.* 2000;26(2):82-90. PMID: 11831335.

143.- Periotest M®. Instrucciones de uso. 2007 (Medizintechnik Gulden, Modautal, Alemania); p-15.

144.- Veltri M, Balleri, P, Ferrari, M. Influence of transducer orientation on Osstell stability measurements of osseointegrated implants. 2007. *Clin Implant Dent Relat Res* 2007;9:60–64. PMID: 17362497.

145- Monov G, Fuerst G, Tepper G, Watzak G, ZechnerW, Watzek G. The effect of platelet-rich plasma upon implant stability measured by resonance frequency analysis in the lower anterior mandibles. A pilot study. *Clin Oral Impl Res.* 16, 2005; 461–465 doi: 10.1111/j.1600-0501.2005.01157.x. PMID: 16117771.

146.- Degidi M, Daprile G, Piatelli A, Carinci F. Evaluation of factors influencing resonance frequency analysis values, at insertion surgery, of implant placed on sinus-augmented and nongrafted sites. *Clin Implant Dent Related Res.* 2007;9(3):144-149. PMID: 17716258.

147.- Boronat-López A, Peñarrocha-Diago M, Martínez-Cortissoz O, Mínguez-Martínez I. Resonance frequency analysis after the placement of 133 dental implants. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006;11:E272-6. PMID: 18379449.

148.- Barikani H, Rashtak S, Akbari S, Fard MK, Rokn A. The effect of shape, length and diameter of implants on primary stability based on resonance frequency analysis. *Dent Res J (Isfahan).* 2014 Jan;11(1):87-91. PMID:24688566.

149.- Oh JS, Kim SG. Clinical study of the relationship between implant stability measurements using Periotest and Osstell mentor and bone quality assessment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012 Mar;113(3):e35-40. doi: 10.1016/j.tripleo.2011.07.003. PMID:22669155.

150.- Filho LC, Cirano FR, Hayashi F, Feng HS, Conte A, Dib LL, Casati MZ. Assessment of the correlation between insertion torque and resonance frequency analysis of implants placed in bone tissue of different densities. *J Oral Implantol.* 2014 Jun;40(3):259-62. PMID:24914911. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-11-00183. PMID: 24914911.

151.- Isoda K, Ayukawa Y, Tsukiyama Y, Sogo M, Matsushita Y, Koyano K. Relationship between the bone density estimated by cone-beam computed tomography and the primary stability of dental implants. *Clin Oral Impl Res* 2012;23:832–836. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02203.x. PMID: 21545533.

152.- Turkyilmaz I, Aksoy U, McGlumphy EA. Two Alternative Surgical Techniques for Enhancing Primary Implant Stability in the Posterior Maxilla: A Clinical Study Including Bone Density, Insertion Torque, and Resonance Frequency Analysis Data. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2008;10(4):231-237. Doi 10.1111/j.1708-8208.2008.00084.x. PMID: 18384409.

153.- Winter W, Möhrle S, Holst S, Karl M. Parameters of implant stability measurements based on resonance frequency and damping capacity: A comparative

finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010;25:532-539. PMID: 20556252.

154.- Sennerby L, Meredith N. Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontology* 2000. 2008;47:51-66. doi: 10.1111/j.1600-0757.2008.00267.x. PMID:18412573.

155.- Fischer K, Stenberg T, Hedin M, Sennerby L. (2008) Five-year results from a randomized, controlled trial on early and delayed loading of implants supporting full-arch prosthesis in the edentulous maxilla. *Clin Oral Implant Res* 2008;19: 433–441. doi: 10.1111/j.1600-0501.2007.01510.x. PMID:18371094.

156.- Sim CPC, Lang NP. Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell mentor during implant tissue integration: I. Instrument positioning, bone structure, implant length. *Clin Oral Impl Res.* 21, 2010; 598–604. doi: 10.1111/j.1600-0501.2009.01878.x. PMID: 20666786.

157.- Park JC, Kim HD, Kim SM, Kim MJ, Lee JH. A comparison of implant stability quotients measured using magnetic resonance frequency analysis from two directions: a prospective clinical study during the initial healing period. *Clin Oral Impl Res.* 21, 2010; 591–597. doi: 10.1111/j.1600-0501.2009.01868.x. PMID: 20128827.

158,- Capek L, Simunek A, Slezak R, Dzan L. Influence of the orientation of the Osstell transducer during measurement of dental implant stability using resonance frequency analysis: a numerical approach. *Med Eng Phys.* 2009 Sep;31(7):764-9. doi: 10.1016/j.medengphy.2009.02.003. Epub 2009 Mar 17. PMID:19297232.

159.- Fenner M, Vairaktaris E, Stockmann P, Schlegel KA, Neukam FW, Nkenke E. Influence of residual alveolar bone height on implant stability in the maxilla: an experimental animal study. *Clin Oral Implants Res.* 2009 Jun;20(6):555-9. doi: 10.1111/j.1600-0501.2008.01598.x. PMID:19515034.

160- Boronat-Lopez A, Balaguer-Martinez J, Lamas-Pelayo J, Carrillo Garcia C, Peñarrocha-Diago M. Resonance frequency analysis of dental implant stability during the healing period. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2008;Apr1;13(4):E244-7. PMID: 18379449.

- 161.- Aksoy U, Eratalay K, Tözüm TF. The possible association among bone density values, resonance frequency measurements, tactile sense and histomorphometric evaluations of dental implant osteotomy sites: a preliminary study. *Implant Dent* 2009;18(4); 316-325. doi: 10.1097/ID.0b013e31819ecc12. PMID:19667820.
- 162.- Benavides E, Rios HF, Ganz SD, An CH, Resnik R, Reardon GT, et al. Use of cone beam computed tomography in implant dentistry: the International Congress of Oral Implantologists consensus report. *Implant Dent*. 2012 Apr;21(2):78-86. doi: 10.1097/ID.0b013e31824885b5. PMID: 22382748.
- 163.- Woo VV, Chuang SK, Daber S, Muftu A, Dodson TB. Dentoalveolar reconstructive procedures as a risk factor for implant failure. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62:773-780. PMID: 15218553.
- 164.- Calatayud-Sierra J, Martín G. Estadística inferencial. En: *Bioestadística en la investigación odontológica*. Ed. Pues, S.L. Madrid; 2002 p.39-55. ISBN: 84-930161-7-9.
- 165.- Degidi M, Daprile G, Piatelli A. Primary stability determination by means of insertion torque and RFA in a sample of 4.135 implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14(4); 501-507. doi: 10.1111/j.1708-8208.2010.00302.x. PMID:20849539.
- 166.- González-García R, Monje F, Moreno-García C. Predictability of the resonance frequency analysis in the survival of dental implants placed in the anterior non-atrophied edentulous mandible. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011 Aug 1;16(5):e664-9. PMID: 20711122.

## ANEXOS





## SUMARIO

Nombre y apellidos: Fernando Marín García.

Título: Evaluación clínica de la regeneración ósea horizontal de maxilares atróficos mediante injerto de rama mandibular y técnicas quirúrgicas de tunelización para su rehabilitación con implantes dentales.

Justificación.

La terapia con implantes es un proceder ampliamente extendido. Sin embargo, es necesario un adecuado soporte tisular y, en especial, de hueso. En función de la cantidad ósea y de la localización se han descrito diferentes métodos para conseguir el volumen óseo necesario. La literatura establece con bastante claridad la eficacia de la regeneración ósea de los defectos maxilares con injertos autólogos en bloque complementados, si lo precisa, con injertos del seno maxilar en el mismo tiempo quirúrgico. Los defectos de tamaño medio pueden ser tratados con injertos de origen intrabucal, estableciéndose en los últimos años la ventaja de los de rama mandibular frente a los de sínfisis mentoniana por su menor morbilidad. Una de sus mayores dificultades es conseguir el tejido blando necesario para cubrir dichos injertos, evitando una de sus mayores complicaciones, la dehiscencia de la sutura, que conducirá a la infección y a la pérdida del injerto. Para salvar esa dificultad una alternativa es emplear para la colocación del injerto la técnica de túnel, también llamada tunelización o de bolsillo subperióstico, que consiste en una única incisión de la mucosa para, realizando un colgajo mucoperióstico, facilitar el espacio donde alojar un injerto, sin nuevas incisiones periostales que conducirían a una menor potencialidad regenerativa del periostio y a la mayor reabsorción del injerto. Además, al mantener la integridad del periostio, hace innecesario el uso de membranas de regeneración.

Material y métodos.

Hemos evaluado el uso de injertos de rama mandibular fijados con tornillos para tratar defectos horizontales medios del maxilar (tipo IV de Lekholm y Zarb) sin asociar membrana de regeneración y colocados mediante técnicas de tunelización, complementado, si lo requiriera, con injertos del seno maxilar con abordaje lateral.

Las técnicas para evaluar la cantidad y la calidad ósea regenerada para los implantes son diversas. Dentro de las directas se ha estudiado el área ósea antes y después mediante el análisis de los cortes tomográficos en la localización de los implantes. Las técnicas indirectas en nuestro caso son las derivadas del estudio de las

características físicas (longitud y diámetro) de los implantes alojados en este hueso regenerado, el torque de inserción del implante (registrado como el máximo con el que se detiene el implante en su inserción), y el análisis de frecuencia de resonancia (medido por el coeficiente de estabilidad del implante o valor ISQ), tanto en el postquirúrgico inmediato como previo a la carga de los implantes, así como la supervivencia de los mismos en ese momento. También se consideraron las variables de edad, género y localización dentro del maxilar.

El modelo de estudio es la comparación de este grupo experimental tratado con esta técnica de injerto de rama alojado mediante tunelización, comparado con otros grupos de pacientes implantológicos, todos consecutivos, si bien la unidad de medida es el implante. Así, el grupo experimental de injertos con técnica de tunelización lo forman 23 implantes. Estos se comparan con otros grupos de pacientes o controles. Se han evaluado como controles tres técnicas en función del hueso disponible y siempre referidos sólo al maxilar, lo que hace más específico nuestro estudio: a) Control 0, o hueso indemne (n=67); b) Control 1, o hueso regenerado autólogo de pequeños defectos horizontales sin membrana de regeneración y con incisión mediocrestal en un tiempo quirúrgico previo e independiente de la inserción del implante (n=20) y; Control 2, o hueso regenerado mediante injerto del seno maxilar con ventana lateral con incisión mediocrestal (n=8) para comparar exclusivamente con los injertos del seno maxilar del grupo experimental.

El criterio de inclusión principal en el grupo experimental son los pacientes con espacios desdentados maxilares de tres o cuatro dientes, que precisaran técnicas de regeneración horizontal. Los criterios de exclusión fueron los pacientes fumadores; los que siguieran tratamiento crónico con corticoides o con bisfosfonatos, diabetes descontrolada o enfermedades que afecten a la regeneración osteomucosa. Del grupo controles se eliminaron además los pacientes con edades que no estuvieran comprendidas entre la media y dos desviaciones de la media de los casos.

#### Objetivos.

El objetivo principal es la evaluación clínica de la regeneración ósea horizontal de maxilares atróficos con injerto de rama mandibular y técnicas quirúrgicas de tunelización para su rehabilitación con implantes dentales.

Los objetivos específicos son:

- 1.- Medir la regeneración ósea horizontal lograda con las técnicas quirúrgicas de tunelización mediante la determinación del área regenerada;
- 2.- Describir las complicaciones inmediatas y diferidas de los tratamientos empleados, tanto en las zonas donantes como receptoras;

3.- Comparar las características métricas de los implantes alojados en áreas sin injerto y en hueso injertado;

4.- Analizar el comportamiento clínico de los implantes situados en zonas injertadas en el momento de la cirugía implantológica, mediante el análisis de frecuencia de resonancia y el torque de inserción;

5.- Comparar el comportamiento clínico de los implantes situados en las zonas injertadas respecto de otros grupos control, tanto en el momento de la cirugía como el previo a la carga, mediante el análisis de frecuencia de resonancia y el torque de inserción, y;

6.- Estudiar la supervivencia de los implantes en el momento de la carga.

#### Hipótesis de trabajo.

1.-  $H_0$ : La métrica de los implantes colocados en zonas injertadas con técnicas de tunelización son iguales que en zonas indemnes o ( $H_1$ ) diferentes;

2.-  $H_0$ : El torque de inserción y el análisis de frecuencia de resonancia quirúrgicos son iguales en los implantes colocados sobre hueso injertado con técnicas de tunelización que en zonas indemnes o ( $H_1$ ) diferentes;

3.-  $H_0$ : El análisis de frecuencia de resonancia previo a la carga sufre las mismas variaciones en los implantes sobre hueso injertado con técnicas de tunelización que en zonas indemnes o ( $H_1$ ) diferentes y;

4.-  $H_0$ : Los implantes sobre hueso injertado con técnicas de tunelización tienen la misma supervivencia en el momento de la carga que sobre hueso indemne o ( $H_1$ ) diferentes.

#### Resultados.

Aunque el valor medio el torque de inserción de los injertos de rama es similar al del seno maxilar, y ambos inferiores al hueso prístino, no hemos encontrado diferencias entre el torque de inserción de los diferentes grupos experimental y controles. En el hueso indemne, aparecen pequeñas o medianamente aceptables correlaciones referidas al género (mayor en mujeres) y al diámetro (mayor cuanto más diámetro) y sobre todo con los valores de ISQ tanto quirúrgico como previo a la carga en ambos ejes.

Valores de ISQ según edad y género. Las correlaciones entre el valor ISQ y el género o la edad en el hueso indemne, son inexistentes. Sí se han encontrado correlaciones significativas en el grupo experimental para el género, siendo mayor en mujeres. Sí han aparecido aceptables significaciones en el grupo experimental y la

edad para ISQ, tanto quirúrgico en ambos ejes, como el previo a la carga en el mesiodistal.

Valores de ISQ según los ejes de medición. Los valores medios de ISQ en los grupos control entre sí y experimental son equiparables y sin diferencias entre ellos. En cualquiera de los grupos los valores medios son siempre más altos en el eje mesiodistal que en el vestibulopalatino. Además, hay una relación muy alta en todos los grupos: cuanto mayor es el ISQ en un eje, mayor es en el otro.

Valores de ISQ según el evolutivo del mismo (quirúrgico y previo a la carga). En todos los grupos aumentan los valores ISQ tras la osteointegración. El evolutivo del ISQ, esto es, el diferencial de ISQ en la cirugía y el previo a la carga, se midió dentro de cada grupo, encontrando diferencias significativas en el caso del hueso indemne y en el de los injertos convencionales en ambos ejes, no así en los grupos control 2 ni en el experimental. Cuando mayor es el valor en la cirugía, menos diferencia se produce con ese valor previo a la carga. Sin embargo, cuando se estudiaron las significaciones no ya intragrupo sino intergrupo, no se halló significación alguna. Podemos deducir que aunque en el hueso indemne sí se detecta una diferencia significativa en el valor ISQ, esta no es tal si lo comparamos con el hueso injertado con las técnicas de tunelización.

Áreas en los casos de injerto del seno maxilar. Las áreas óseas regeneradas con ambas incisiones (tradicional y por tunelización) tanto en valores absolutos como en porcentaje de ganancia ósea respecto del inicial, no mostraron diferencias significativas. Las áreas óseas previas al injerto en el grupo con incisión tradicional son significativamente más bajas que las del grupo experimental.

Áreas en los casos de injertos de rama. Existe una correlación inversa entre el área ósea inicial y la regenerada. El área media regenerada fue 37,42 mm<sup>2</sup>, esto es, unos cuatro milímetros de anchura por nueve de altura. Se producen mayores incrementos óseos en la zona próxima a la incisión en la técnica de tunelización.

Supervivencia de los implantes hasta la carga. El menor valor lo obtuvieron los implantes colocados en hueso indemne, con una supervivencia del 95,50 %. En los grupos de injertos previos convencionales y de injertos del seno maxilar no se perdió ningún implante (100%). El implante que se perdió en el grupo experimental fue el distal en un caso de injerto del seno maxilar que previamente se había integrado. Esto dejó una tasa de éxito previo a la carga para este grupo de 95,66%.

Complicaciones de las áreas donantes. Las complicaciones que tuvimos referidas a las áreas donantes son equiparables a la cirugía de un cordal impactado,

por lo que cierta limitación funcional, tumefacción local o hematoma no son alarmantes. No tuvimos ninguna complicación neurológica.

Complicaciones de las áreas receptoras. La del sector anterior fue un hematoma local y en el posterior una reabsorción de injerto que se asoció a un problema de fijación del mismo.

Valoración de las hipótesis planteadas.

Hipótesis 1: Métrica de los implantes. No se encontraron diferencias significativas en los valores de longitud y diámetro entre el grupo injertado con técnicas de tunelización que con los implantes colocados en hueso indemne. Tampoco con los implantes en hueso injertado con incisiones habituales. Por tanto, podemos concluir que no se demostró  $H_1$ .

Hipótesis 2: Características quirúrgicas. No se encontraron diferencias significativas en los valores de torque de inserción y de análisis de frecuencia de resonancia quirúrgica entre el grupo injertado con técnicas de tunelización con los implantes colocados en hueso indemne. Solo un parámetro (ISQ previo a la carga mesiodistal) estuvo al límite de la significación entre el hueso injertado con técnicas de tunelización y el hueso indemne. Por tanto, no se demostró  $H_1$ .

Hipótesis 3: Evolución del implante. Existe una diferencia significativa en los valores del análisis de frecuencia de resonancia entre el grupo injertado con técnicas de tunelización con los implantes colocados en hueso indemne (ISQ previo a la carga mesiodistal). Con los implantes colocados en hueso injertado con incisiones habituales ni siquiera esa diferencia se ha hallado. Por tanto, con la salvedad indicada previamente, no se demostró  $H_1$ .

Hipótesis 4: Supervivencia de los implantes. No se encontraron diferencias significativas en la supervivencia de los implantes a la carga entre el grupo injertado con técnicas de tunelización con los implantes colocados en hueso indemne. Con los implantes colocados en hueso injertado con incisiones habituales tampoco se halló esa diferencia. Por tanto, no se demostró  $H_1$ .

Conclusiones.

1.- La disponibilidad ósea para colocar implantes en hueso regenerado con técnicas de tunelización es similar a la disponibilidad en hueso indemne.

2.- El torque de inserción de los implantes alojados en hueso regenerado con técnicas de tunelización es similar al torque de inserción de los implantes colocados en hueso indemne.

3.-El análisis de frecuencia de resonancia quirúrgico (valor ISQ) de los implantes alojados en hueso regenerado con técnicas de tunelización es similar a los implantes colocados en hueso indemne, si bien en el eje mesiodistal rozó la significación ( $p=0,051$ ).

4.- El análisis de frecuencia de resonancia en previo a la carga (valor ISQ) de los implantes alojados en hueso regenerado con técnicas de tunelización es similar a los implantes colocados en hueso indemne, excepto en el eje mesiodistal en que es mayor en el hueso indemne ( $p=0,011$ ).

5.- La supervivencia en el momento de la carga de los implantes en hueso injertado con técnicas de tunelización con los implantes colocados en hueso indemne es similar.

6.- En las técnicas quirúrgicas de injerto de rama alojado mediante tunelización en el maxilar se consigue mayor regeneración en la proximidad de la incisión.

La conclusión es que se puede obtener con las técnicas de tunelización hueso de características similares al nativo.

## RESUMEN SEGÚN MODELO TESEO

Filiación: Fernando Marín García (DNI 50807611-J).

Título: Evaluación clínica de la regeneración ósea horizontal de maxilares atróficos mediante injerto de rama mandibular y técnicas quirúrgicas de tunelización para su rehabilitación con implantes dentales.

Resumen: El contraste de las diferentes alternativas terapéuticas en la regeneración ósea y el establecimiento de las indicaciones precisas para cada caso son una constante en la investigación, para obtener el mejor resultado y la menor morbilidad. Las técnicas de tunelización permiten un abordaje más seguro, pero ¿se pueden hacer injertos óseos mediante tunelización logrando un hueso con el que tener el mismo resultado que los implantes alojados en huesos indemnes?

Se seleccionaron casos de déficit óseo horizontal maxilar tipo IV de Lekholm y Zarb, cuyo tratamiento regenerativo se realizó con un injerto en bloque autólogo de rama mandibular fijado con tornillos con técnicas de tunelización complementado, sí lo requerían, con técnicas de injerto del seno maxilar por ventana lateral. Madurado este, se situaron implantes para rehabilitar a estos enfermos. Se estudiaron las variables: edad, género, localización anatómica, torque de inserción quirúrgico, análisis de frecuencia de resonancia quirúrgica y en el momento de la carga, y supervivencia de los implantes a la carga, y la regeneración conseguida mediante el estudio del área regenerada en el entorno del implante. Estos datos se contrastaron con tres grupos: hueso indemne (control 0); hueso regenerado autólogo con técnica abierta sin membrana en defectos horizontales menores (control 1); y, con injerto del seno maxilar lateral con incisión mediocrestal (control 2).

Hipótesis de trabajo. 1)  $H_0$ : La métrica de los implantes colocados en zonas injertadas con técnicas de tunelización son iguales que en zonas indemnes o ( $H_1$ ) diferentes; 2)  $H_0$ : el torque de inserción y el análisis de frecuencia de resonancia quirúrgicos son iguales en los implantes sobre hueso injertado con técnicas de tunelización que en zonas indemnes o ( $H_1$ ) diferentes; 3)  $H_0$ : el análisis de frecuencia de resonancia previo a la carga sufre las mismas variaciones en los implantes sobre hueso injertado con técnicas de tunelización que en zonas indemnes o ( $H_1$ ) diferentes y; 4)  $H_0$ : Los implantes sobre hueso injertado con técnicas de tunelización tienen la misma supervivencia que sobre hueso indemne o ( $H_1$ ) diferentes.

Los resultados principales indicaron que: Las áreas regeneradas con técnicas de tunelización permiten alojar implantes de iguales características a los de hueso indemne. En las técnicas con tunelización se consigue más hueso en las zonas proximales a la incisión.

Las conclusiones fueron: 1.- La longitud y el diámetro de los implantes alojados en hueso regenerado con técnicas de tunelización son similares a los implantes colocados en hueso indemne; 2.- El torque de inserción de los implantes alojados en hueso regenerado con técnicas de tunelización es similar a los implantes colocados en hueso indemne; 3.- El análisis de frecuencia de resonancia quirúrgico de los implantes alojados en hueso regenerado con técnicas de tunelización es similar a los implantes colocados en hueso indemne, si bien en el eje mesiodistal rozó la significación; 4.- El análisis de frecuencia de resonancia previo a la carga de los implantes alojados en hueso regenerado con técnicas de tunelización es similar a los implantes colocados en hueso indemne, excepto en el eje mesiodistal en que es mayor en el hueso indemne y; 5.- La supervivencia en el momento de la carga de los implantes en hueso injertado con técnicas de tunelización con los implantes colocados en hueso prístino es similar. 6.- En las técnicas quirúrgicas de injerto de rama alojado mediante tunelización en el maxilar se consigue mayor regeneración en la proximidad de la incisión.

La conclusión final es que el hueso obtenido con técnicas de injerto de rama y tunelización es similar al hueso sano.



## ENGLISH ABSTRACT

### Title:

Clinical evaluation of horizontal bone regeneration with ramus block graft associated with tunneling technique in atrophic maxilla for implant placement.

### Background:

Implant therapy is a widespread procedure. However, it is necessary an adequate surrounding tissue, specially bone. Depending on bone quantity and location, different techniques have been described. The efficacy of autogenous block graft (in combination with maxillary sinus lift at the same time when necessary) has been clearly proven in the literature. Medium size defects can be treated with intraoral autogenous bone grafts. Lately, it has been demonstrated advantages on mandibular ramus block grafts over the chin block grafts due to less morbidity. One of the critical points in these procedures is getting enough soft tissue to achieve primary closure. Primary closure is essential to avoid one of the biggest complication: wound opening that lead to infection and graft loss. Tunnel technique, tunneling or subperiosteal envelope, is an alternative to avoid this complication. In the tunnel technique a full thickness flap is elevated through a single incision, avoiding further periosteal incisions that would lead to a lower periosteal regenerative potential and graft resorption. Furthermore, by maintaining the integrity of the periosteum the use of regenerative membranes is unnecessary.

### Material and methods:

We have evaluated the use of screw fixed autogenous ramus block grafts in the treatment of moderate horizontal maxillary bone defects (type IV Lekholm and Zarb) placed with a tunnel technique and without guided bone regeneration membranes. If the defect required it, maxillary sinus graft was performed using a lateral window technique.

Techniques to assess the quantity and quality of regenerated bone for implant placement are diverse. Within the direct techniques, the tomographic evaluation of pre and postoperative implant bone area, is used in our study. The indirect techniques used are the implant related physical characteristics (length and width), implant insertion torque (maximum torque achieved to stop the implant), resonance frequency analysis (measured by implant stability quotient or ISQ) done immediate postoperative and before implant loading, and implant survival. Age, gender and implant location were also considered as variables.

The study model is the comparison of the experimental group treated with this technique ramus graft hosted by tunneling, compared to other groups of patients implantology, all of them a consecutive sample of patients, although the measure unit is the implant. Thus, the experimental tunneling graft group is formed by 23 implants. These are compared to the control groups. Three different control groups were evaluated, always in maxilla: a) Control 0, intact bone (n=67); b) Control 1, bone regenerated by autologous bone graft in small horizontal defects without regenerative membrane and midcrestal incision before implant placement (n=20) and c) Control 2, bone regenerated by maxillary sinus lift with lateral window and midcrestal incision (n=8) to compare only with the experimental sinus grafts.

Primary inclusion criteria are three to four teeth edentulous maxilla patients, which will require horizontal regeneration techniques. Exclusion criteria were smokers, corticosteroids or bisphosphonates chronic treatment, uncontrolled diabetes, and diseases affecting the osteomucosal regeneration. Patients were also excluded from control groups with ages that were not within the mean and two deviations from the mean of experimental group.

#### Objectives:

The main objective is the clinical evaluation of horizontal bone regeneration with ramus block graft associated with tunneling technique in atrophic maxilla for implant placement.

#### Specific objectives are:

- 1.- Measure horizontal bone regeneration achieved with surgical tunneling techniques by determining the regenerated area.
- 2.- Describe the immediate and late complications of the treatments used both in donor and recipient sites.
- 3.- Compare implant related physical characteristics placed in grafted and non-grafted bone.
- 4.- Analyze clinical behavior of implants placed in grafted areas at the time of implant surgery, by resonance frequency analysis and insertion torque.
- 5.- Compare clinical behavior of implants placed in grafted sites compared to the control groups, both at the time of surgery and before loading, by resonance frequency analysis and insertion torque.
- 6.- Study the implant survival at the time of loading.

#### Hypothesis:

1.-  $H_0$ : Dimensions of implant placed in tunneling grafted sites are the same as in native bone sites or ( $H_1$ ) different.

2.-  $H_0$ : Resonance frequency analysis and insertion torque in implants placed in tunneling grafted bone at surgical time are same as in native bone sites or ( $H_1$ ) different.

3.-  $H_0$ : Resonance frequency analysis before loading undergoes the same variations in implants placed in tunneling grafted bone that placed in native bone or ( $H_1$ ) different.

4.-  $H_0$ : Implants placed in tunneling grafted bone before loading have same survival rate that placed in native bone or ( $H_1$ ) different.

#### Results:

Although mean insertion torque in ramus block grafts is similar to maxillary sinus graft, and both less than in native bone, we found no difference between insertion torque of experimental and control groups. The intact bone showed small or moderate correlations regarding gender (higher in women) and diameter (higher in wider diameter). This tendency was also seen with ISQ values in both axes at time of surgery and previous to load time.

ISQ values by ages and gender. Correlations between ISQ values and gender or age in native bone, are nonexistent. Significant correlations were found in experimental group for gender, being higher in women. Significant correlation was found in experimental group for age, in both axes at time of surgery, and just in the mesiodistal axis at previous to load time.

ISQ values along the axes. There are no differences in ISQ values between control and experimental groups. Mesiodistal axis values are always higher than buccolingual axis values in all groups. Furthermore, there is a strong relation between axes in all groups, the higher ISQ value in one axis, the greater in the other.

ISQ values according to time. ISQ values increased after osseointegration in all groups. ISQ evolution, which is the difference between ISQ values at time of surgery and previous to load, was measured in all groups. Significant differences in both axes of ISQ evolution were found in native bone group, and conventional bone graft group. The higher the value in surgery has the lower ISQ evolution. However, when intergroup differences were analyzed no significant findings were found. Although there was a

significant difference in ISQ value in native bone, this is not so when compared with the tunneling grafted bone.

Maxillary sinus graft areas. Both incision designs (midcrestal and tunneling) showed no differences in bone gain areas, both absolute values and gain percentage. Bone areas before grafting in midcrestal incision group are significant smaller than experimental group.

Ramus block graft areas. There is an inverse correlation between initial bone area and post-grafted area. Mean bone area regenerated was 37,42 mm<sup>2</sup>, which is about four millimeters in width for nine in height. Higher bone augmentation is achieved in the area close to the incision in the tunneling technique.

Implant survival rate at loading time. Lowest value was achieved by implants placed in native bone, with a 95,50% of survival rate. In conventional graft and maxillary sinus graft groups there was no implant loss (100%). Experimental group got a single implant loss, which was in a maxillary sinus graft previously integrated. Thus survival rate for this group was 95,66%.

Donor site complications. Complications related to the donor sites are comparable to an impacted wisdom tooth surgery, so some functional limitation, local swelling or hematoma are not alarming. We had no neurological complication.

Recipient sites complications. A local hematoma was found in the anterior sector and a graft resorption associated with graft fixation problems in the posterior area.

Hypotheses assessment.

Hypothesis 1: Implant clinical evaluation. No significant differences were found in implant length and width between experimental and control groups. Therefore, we conclude that  $H_1$  has not been shown.

Hypothesis 2: Surgical characteristics. No significant differences were found in ISQ and insertion torque values between experimental group and native bone group. Just one value, mesiodistal before load ISQ between tunneling graft technique and intact bone was close to significance. Thus,  $H_1$  has not been shown.

Hypothesis 3: Implant evolution. Significant difference was found in resonance frequency values between tunneling grafted sites and native bone. (mesiodistal before load ISQ). There was no difference with implants placed in conventional incision design bone graft areas. Therefore,  $H_1$  has not been shown with the exception previously noted.

Hypothesis 4: Implant survival. No significant differences were found between experimental and control groups regarding survival rates. Thus,  $H_1$  has not been shown.

#### Conclutions.

1- Availability of bone to place implants in tunneling grafted bone is similar to native bone.

2- Implant insertion torque in tunneling grafted bone is similar to native bone.

3- Implant resonance frequency analysis (ISQ value) at time of surgery in tunneling grafted bone is similar to native bone, even though mesiodistal axis was close to significance ( $p=0,051$ ).

4- Implant resonance frequency analysis (ISQ value) at previous to load time in tunneling grafted bone is similar to native bone, except of mesiodistal axis which is higher in native bone ( $p=0,011$ ).

5- Implant survival rate at time of loading in tunneling grafted bone and in native bone is similar.

6.- In surgical block ramus grafting techniques by tunneling housed in the jawbone greater regeneration is achieved near the incision.

Conclusion is that bone with similar characteristics that native bone can be achieved with tunneling techniques.



## DATOS

### DATOS GRUPO CONTROL 0

número de orden	implante número	género	Edad (años)	localización	regeneracion prequirúrgica: NO (0); Convencional (1); ESM (2)	Longitud (mm)	Diametro (mm) estandarizado	Torque de inserción (Ncm)	Ostell Quirúrgico Mesial/distal	Ostell Quirúrgico Vestibular/Palatino	Meses hasta la exposición (implantes sumergidos)	Meses hasta la precarga (implantes semisumergidos)	Ostell diferido mesial/distal	Ostell diferido vestibular/palatino	Pérdida implante <1mes
2	2	F	53	Molar	0	13	3,8	35	75	74		6	75	73	
2	3	F	53	Molar	0	9,5	3,8	35	73	63		6	74	68	
5	9	F	60	Molar	0	11	3,8	35	73	73		11	72	74	
5	10	F	60	Molar	0	11	3,8	35	69	69		11	69	70	
5	11	F	60	Molar	0	13	3,8	40	79	79	4		82	79	
6	12	F	49	Canino	0	13	3,4	35	73	62	4		73	68	
6	13	F	49	Molar	0	13	3,4	25	75	67	3		74	68	
6	14	F	49	Molar	0	13	3,4	25	72	67	3		73	69	
6	15	F	49	Molar	0	11	4,5	25	60	70		17	69	69	
6	16	F	50	Incisivo	0	11	3,4	30	71	71		11	70	68	
6	17	F	50	Premolar	0	13	3,8	30	79	79					1
6	18	F	50	Premolar	0	9,5	3,8	30	70	70					1
6	19	F	50	Molar	0	13	3,8	35	70	69		7	72	70	
8	24	M	63	Incisivo	0	15	3,8	35	80	80		10	75	71	
8	30	M	63	Premolar	0	8	3,8	25	65	55	7		67	55	
8	31	M	63	Molar	0	11	3,8	35	46	41	6		71	61	
16	52	M	58	Molar	0	13	5	40	69	67		7	78	78	
17	53	M	66	Molar	0	11	3,8	30	58	59	5		58	58	
17	54	M	66	Molar	0	11	3,8	30	38	39	5		63	63	
18	55	F	70	Premolar	0	11	3,8	30	75	70	5		73	73	
18	56	F	70	Molar	0	9,5	3,8	30	79	79	5		70	70	
18	57	F	70	Molar	0	11	3,8	25	73	65	5		71	75	
24	69	F	65	Canino	0	15	3,8	35	75	75		2	75	75	
24	70	F	65	Premolar	0	11	3,8	35	70	70		2	59	60	
25	71	F	56	Molar	0	11	3,4	40	68	67		8	70	70	
26	74	M	51	Premolar	0	13	3,8	45	73	71		16	77	76	
26	75	M	51	Molar	0	11	3,8	35	70	68					1
27	77	F	44	Molar	0	13	3,8	40	75	72		5	77	75	
27	78	F	44	Molar	0	13	3,4	35	74	70		5	76	73	
28	79	M	53	Molar	0	13	3,8	30	62	72	4		78	78	
29	80	F	78	Molar	0	13	3,8	25	60	58		6	68	67	
30	81	F	42	Molar	0	13	3,8	50	78	78		5	78	78	
32	83	F	67	Premolar	0	13	3,8	30	73	73		8	75	74	
32	84	F	67	Premolar	0	13	3,8	30	76	73		8	76	74	

DATOS GRUPO CONTROL 0 (continuación)

número de orden	implante número	género	Edad (años)	localización	regeneración prequirúrgica: NO (0); Convencional (1); ESM (2)	Longitud (mm)	Dímetro (mm) estandarizado	Torque de inserción (Ncm)	Ostell Quirúrgico Mesial/distal	Ostell Quirúrgico Vestibular/Palatino	Meses hasta la exposición (implantes sumergidos)	Meses hasta la precarga (implantes semisumergidos)	Ostell diferido mesial/distal	Ostell diferido vestibular/palatino	Pérdida implante <1 mes
32	85	F	67	Molar	0	13	3,8	35	70	70		8	72	70	
32	86	F	67	Molar	0	11	3,8	35	72	68		8	72	70	
33	87	M	62	Incisivo	0	9,5	4,5	45	78	77		6	78	78	
33	89	M	62	Premolar	0	11	4,5	45	76	74		6	77	76	
33	90	M	62	Molar	0	11	4,5	45	79	78		6	78	78	
33	91	M	62	Molar	0	13	4,5	45	81	77		6	80	78	
33	92	M	62	Molar	0	11	4,5	45	75	73		6	76	75	
36	96	F	58	Molar	0	10	4,5	40	79	77	2		77	74	
38	99	M	54	Molar	0	11	3,8	30	70	70	4		73	70	
38	100	M	54	Molar	0	11	3,8	30	69	75	4		70	70	
38	101	M	54	Canino	0	11	3,8	30	64	64	4		71	71	
39	102	F	59	Molar	0	13	3,8	30	70	68	9		70	65	
39	103	F	59	Molar	0	13	4,5	30	69	65	9		70	63	
39	104	F	59	Molar	0	13	4,5	30	65	60	9		66	66	
40	105	F	53	Premolar	0	13	4,5	50	80	61		8	80	61	
40	106	M	55	Molar	0	13	3,8	45	75	75		29	78	77	
41	107	F	64	Canino	0	13	3,8	40	78	73		5	80	79	
43	109	F	55	Molar	0	10	4,5	40	76	72	14		77	75	
46	113	F	71	Incisivo	0	13	3,8	45	78	75	6		80	80	
46	114	F	71	Molar	0	13	3,8	45	77	77	6		81	80	
48	116	M	74	Incisivo	0	13	3,8	40	73	73		3	75	75	
48	117	M	74	Canino	0	13	3,8	40	73	72		3	73	73	
48	118	M	74	Molar	0	13	3,8	40	77	76		3	77	75	
48	119	M	74	Molar	0	13	3,8	40	72	72		3	75	75	
49	120	M	56	Molar	0	11	4,5	40	75	75		4	78	77	
50	121	F	75	Premolar	0	13	3,8	30	78	77		6	80	80	
51	122	F	70	Molar	0	11	3,4	30	73	71		6	76	75	
52	124	F	47	Molar	0	11	3,8	35	80	76		7	81	79	
54	127	M	67	Premolar	0	13	4,5	45	80	78		6	80	80	
54	128	M	67	Molar	0	13	4,5	45	78	78		6	78	77	
54	129	M	67	Molar	0	13	4,5	45	80	75		6	81	79	
54	130	M	67	Molar	0	13	4,5	45	79	77		6	79	78	
55	131	F	62	Molar	0	13	3,4	25	75	62		4	75	75	



# DATOS GRUPO CONTROL1

número de orden	implante número	género	Edad (años)	localización	regeneración prequirúrgica: NO (0); Convencional (1); ESM (2)	Longitud (mm)	Diámetro (mm) estandarizado	Torque de inserción (Ncm)	Ostell Quirúrgico Mesial/distal	Ostell Quirúrgico Vestibular/Palatino	Meses hasta la exposición (implantes sumergidos)	Meses hasta la precarga (implantes semisumergidos)	Ostell diferido mesial/distal	Ostell diferido vestibular/palatino	Pérdida implante <1mes
13	42	F	59	Canino	1	11	3,8	40	72	70	4		73	70	
25	72	F	55	Canino	1	13	3,8	40	75	74		10	79	80	
6	20	F	49	Incisivo	1	13	3,4	35	75	75	4		76	75	
3	6	F	43	Incisivo	1	13	3,4	35	69	67	7		70	68	
42	108	F	46	Incisivo	1	13	3,4	45	81	78		5	80	79	
47	115	F	54	Molar	1	10	4,5	50	66	66		5	75	70	
13	44	F	59	Molar	1	11	3,8	40	65	62	4		70	69	
13	45	F	59	Molar	1	13	3,8	40	67	61	4		69	68	
3	7	F	43	Molar	1	13	3,8	35	68	64	7		71	67	
51	123	F	70	Premolar	1	11	3,8	50	79	75		5	80	77	
13	41	F	58	Premolar	1	10	4,5	35	73	70	9		75	71	
13	43	F	58	Premolar	1	13	4,5	35	70	70	9		72	71	
6	21	F	50	Premolar	1	11	3,8	30	79	79	3		78	75	
6	22	F	50	Premolar	1	9,5	3,8	30	70	70	3		70	68	
25	73	F	55	Premolar	1	11	3,8	40	76	77		10	80	80	
11	37	M	42	Molar	1	13	4,5	25	78	78		5	78	77	
11	38	M	42	Molar	1	9,5	4,5	25	75	70		5	76	69	
26	76	M	53	Molar	1	11	3,8	30	73	70	6		75	76	
53	125	M	64	Molar	1	10	3,8	50	67	67	9		72	70	
53	126	M	64	Molar	1	13	3,8	50	57	57	8		70	68	

# DATOS GRUPO CONTROL 2

número de orden	implante número	género	Edad (años)	localización	regeneracion prequirúrgica: NO (0); Convencional (1); ESM (2)	Longitud (mm)	Diametro (mm) estandarizado	Torque de inserción (Ncm)	Ostell Quirúrgico Mesial/distal	Ostell Quirúrgico Vestibular/Palatino	Meses hasta la exposición (implantes sumerguidos)	Meses hasta la precarga (implantes semisumerguidos)	Ostell diferido mesial/distal	Ostell diferido vestibular/palatino	Pérdida implante <1mes	Area ósea preinjerto (mxm)	Area ósea preimplantaria (mxm)
15	49	M	49	Molar	2	11	4,5	35	72	70	9		75	71		95,77	285,92
15	50	M	49	Molar	2	11	4,5	35	69	65	9		70	68		105,89	187,26
2	4	F	53	Molar	2	13	3,8	35	69	69	7		70	70		138,07	209,70
2	5	F	53	Molar	2	11	3,8	35	72	65	7		70	68		81,42	173,41
22	65	F	60	Molar	2	13	3,8	25	69	69		3	72	70		57,45	208,63
22	66	F	60	Molar	2	13	3,8	25	72	64		3	73	69		117,97	221,96
13	46	F	61	Molar	2	13	3,8	40	80	80		10	80	80		23,53	128,57
13	47	F	61	Molar	2	13	3,8	40	68	69		10	75	78		44,12	138,58

# DATOS GRUPO EXPERIMENTAL

número de orden	implante número	género	Edad (años)	localización	regeneración prequirúrgica: NO (0); Convencional (1); ESM (2); injerto de rama (3)	Longitud (mm)	Dímetro (mm) estandarizado	Torque de inserción (Ncm)	Ostell Quirúrgico Mesial/distal	Ostell Quirúrgico Vestibular/Palatino	Meses hasta la exposición (implantes sumergidos)	Meses hasta la precarga (implantes semisumergidos)	Ostell diferido mesial/distal	Ostell diferido vestibular/palatino	Pérdida implante <1mes	Área ósea preinjerto (mxm)	Área ósea preimplantaria (mxm)
201	132	F	64	Molar	3	13	3,8	40	74	74	21		76	76		122,75	160,00
201	133	F	64	Molar	3	13	3,8	40	75	75	21		80	80		87,10	103,52
201	134	F	64	Molar	3	13	3,8	40	72	73	21		75	75		52,89	109,19
202	135	F	62	Canino	3	13	3,4	35	69	70		6	72	72		65,02	88,88
202	136	F	62	Premolar	3	13	3,8	35	72	74		6	72	73		61,31	106,08
202	137	F	62	Premolar	2	13	3,8	35	74	73		6	74	75		20,99	158,40
202	138	F	62	Molar	2	13	3,8	30	70	70		6	72	73		23,98	137,65
203	139	F	53	Molar	3	9,5	3,8	30	65	70	12		65	71		55,77	65,33
203	140	F	53	Molar	3	11	3,4	30	70	73	12		70	75		56,20	84,47
203	141	F	53	Molar	2	13	3,8	30	70	70	12		70	70		28,70	102,47
203	142	F	53	Molar	2	13	3,8	30	68	70	12		62	70	1	30,90	161,12
204	143	F	57	Incisivo	3	13	3,8	30	76	76	6		73	61		74,01	112,98
204	144	F	57	Molar	3	13	3,8	30	75	61	6		61	67		80,55	107,52
205	145	M	62	Incisivo	3	10	3,8	35	69	72	6		70	72		77,40	109,27
205	146	M	62	Molar	3	13	3,8	35	70	72	6		71	71		120,16	165,90
205	147	M	62	Premolar	3	13	3,8	35	73	73	6		72	73		71,87	124,39
205	148	M	62	Molar	3	10	3,8	30	72	73	6		73	72		56,02	74,26
206	149	M	47	Premolar	3	9,5	3,8	30	70	56	6		70	69		46,35	125,61
206	150	M	47	Premolar	3	9,5	3,8	30	60	39	6		65	63		29,59	97,01
206	151	M	47	Molar	3	9,5	3,8	30	58	46	6		65	65		59,05	94,34
207	152	F	72	Premolar	3	10	3,8	40	78	78	5		80	66		58,84	90,61
207	153	F	72	Premolar	3	10	3,8	40	75	75	5		76	76		43,91	87,45
207	154	F	72	Molar	3	10	3,8	40	75	70	5		75	69		75,30	98,40

Este trabajo se dio por concluido el día  
12 de octubre de 2015,  
Solemnidad de La Virgen del Pilar,  
Fiesta Nacional de España,  
en recuerdo y homenaje a Elisa Pilar García Sobrino

LAUS DEO